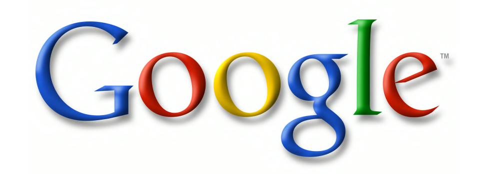
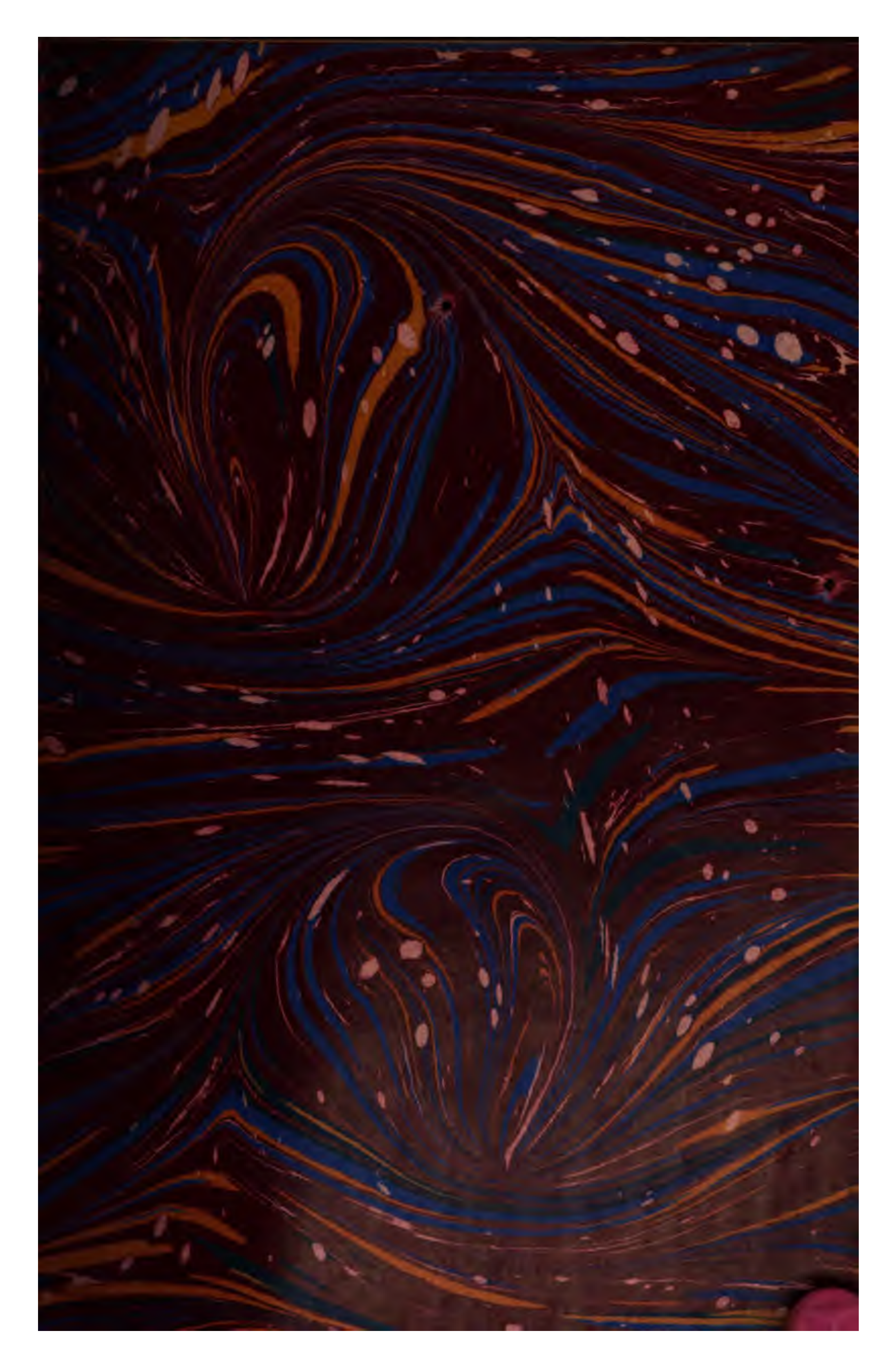
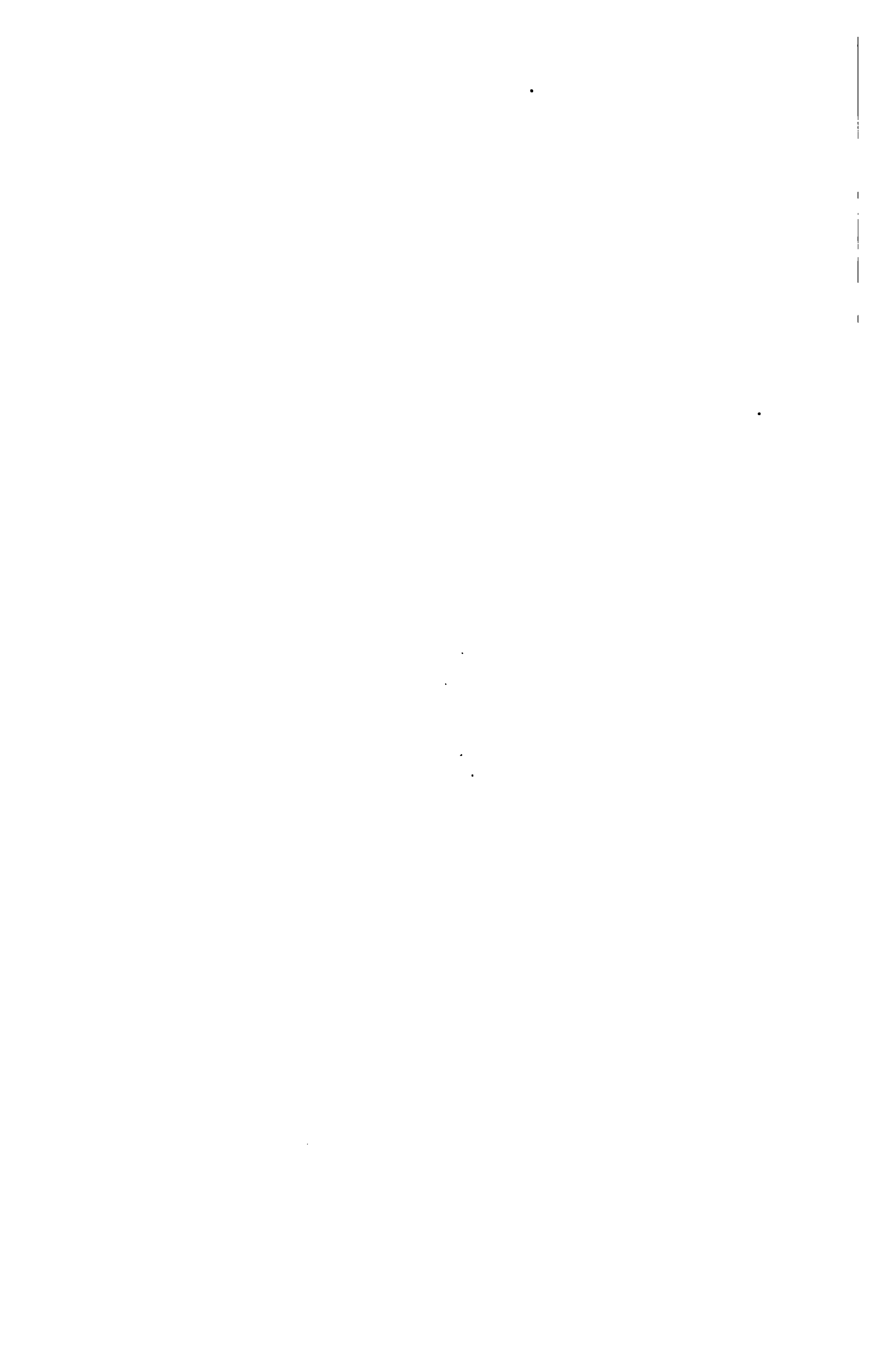












Allgemeine Zoologie

oder

Grundgesetze des thierischen Baus und Lebens

von

H. Alexander Pagenstecher

Med. und Phil. Dr., ord. öff. Professor der Zoologie, der Palaeontologie und der landwirthschaftlichen Thierlehre, Director des Zoologisch-Zootomischen Instituts und Museums, des Museums für Palaeontologie und des Instituts und Museums für landwirthschaftliche Thierlehre an der Universität Heidelberg.

Erster Theil.

Mit 33 Holzschnitten.



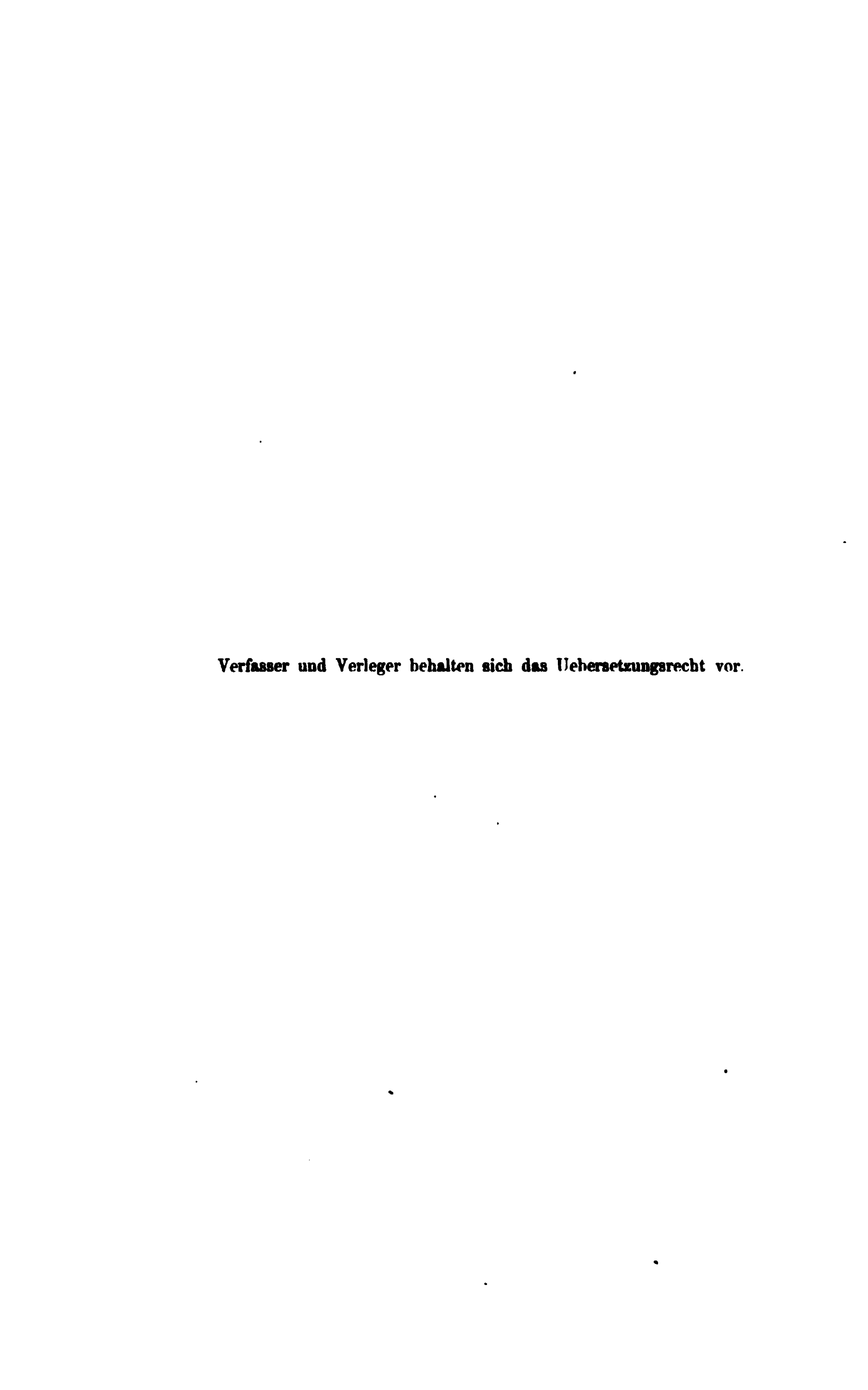


Berlin.

Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey,

Verlagsbuchhandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.

1875.



Seinem hochverehrten und lieben Freunde

Herrn Professor Dr. Rudolf Leuckart

widmet

zum Silberhochzeitsfeste am 25. August 1875

dieses Buch

in unwandelbarer Anhänglichkeit

der Verfasser

H. Alexander Pagenstecher.



Widmung.

Hochverehrter und lieber Freund!

Gestatte, dass ich Dir dieses Buch zu einem Feste häuslichen Glückes widme, indem ich gedenke, welche Bedeutung für die Leistungsfähigkeit eines Gelehrten, dessen Arbeit nicht in so ausgezeichneter Weise hätte gedeihen können ohne innere Freiheit und Harmonie, das haben musste, was ein freundliches Geschick Dir in der treuen Hingebung einer edlen und klugen Gattin und im frohen Aufblühen begabter Kinder schenkte.

Mit Deinem arbeitsamen und an Erfolgen reichen Leben durfte ich schon als Jüngling im gleichzeitigen Beginne unserer medizinischen Studien an der Georgia Augusta in innigen Verkehr treten. Es war mir vergönnt, die damals gewonnenen Beziehungen wieder aufzufrischen und fortzusetzen in nunmehr fast zwanzigjähriger Gemeinschaft der Lebensaufgabe, wie in gemeinsam ausgeführter Arbeit, so und öfter im regen Austausch der Gedanken — ich allerdings unendlich mehr empfangend als zu geben im Stande. Diese geistigen Bande verstärkten sich in glücklichster Weise durch zärtliche Verhältnisse des Familienlebens, welches für mich an dem Tage, an welchem ich diese Zeilen schreibe, am gleichen Abschnitte steht, an welchen es für Dich an jenem Tage gelangen wird, zu welchem ich Dir dieses Buch widme. Diese Verbindung mit Dir rechne ich zu meinen grössten Reichthümern.

Möge dieselbe mit den Jahren an Innigkeit nur zunehmen. Wie sie in der Jugend und in der Reife unserer wissenschaftlichen Kraft uns eine Freude und mir ein Stolz war und ist, so gewähre sie uns

im letzten Abschnitte des Lebensweges Erhebung und, wenn es nöthig ist, Trost.

Ich bitte Dich, mein Buch mit derjenigen Nachsicht aufzunehmen, welche Du so oft gegen mich hattest.

Dasselbe muss im Ganzen selbst für sich sprechen und ich habe nur wenige Worte vorherzuschicken.

Das Werk ist in einer Zeit entstanden, in welcher unserer Disziplin aus der Masse des Materials und den Ansprüchen an Feinheit der Untersuchung und Genauigkeit der Beschreibung sehr grosse Schwierigkeiten erwachsen. Diesen weichen Einige aus, indem sie sich ausschliesslich dem einen oder anderen Theile widmen. Solche beschränken und vertiefen sich manchmal so sehr, dass es kaum einen Zweiten giebt, der mit ihnen auf gleicher Bahn schritte, der auch nur sie ohne Weiteres vollkommen zu würdigen verstände. Sie pflegen das Uebrige gering zu achten. Andere glauben sich überhaupt nicht in das Einzelne verlieren zu sollen und meinen, ohne immer wieder in die Thatsachen eindringen, ohne diese regieren lassen, ohne sie stets wieder zur Gewinnung neuer Kraft befragen zu dürfen, die wissenschaftliche Höhe durch philosophische Operationen erklimmen zu können. Geführt von dem grossen Gedanken Darwin's, welcher die weitere Arbeit vieler Jahrzehnte befruchtend durchdringen wird, erkennen und verurtheilen solche namentlich die Fehler der Vorgänger. Aber sie drohen in ähnliche zu verfallen und sich in unfruchtbaren Kreisen zu bewegen, denn sie finden in dem, was die Zeit gebar, den Abschluss und gestalten Ausdrücke, welche nur durch Verflachung dem Umfange der bekannten Thatsachen gerecht werden und deren Kraft sie selbst durch Ausdehnung ihrer Anwendung auf Unbekanntes noch mehr schwächen, so und nur dadurch zum Schlüssel für Alles.

Während die Menge der Publikationen und der Charakter vieler glauben lässt, dass unsere Wissenschaft immer weiteren Kreisen geöffnet werde und dadurch eine grössere Kraft gewinne, scheint ihr vielmehr von zwei Seiten Gefahr zu drohen. Einmal, dass sie für die Thatsachen, weil zu umfassend, ganz und gar ausgeschaltet werde aus dem Studiengange nicht allein gewöhnlicher Bildung, sondern auch anderer naturforschender Disziplinen, ja sogar aus dem der Aerzte, unter welchen sie früher ihre treuesten Anhänger zählte und welche gewiss dieser breiteren Grundlage für das biologische Verständniss nur mit dem grössten Schaden entbehren würden. Anderer-

seits, dass sie mit oberflächlichen Lebensbildern ein Spielzeug werde für die Tagesschriftsteller und in manchmal nicht weniger oberflächlichen, dann aber viel gefährlicheren, Ableitungen ein solches für die spekulative Philosophie.

Es war mein Streben, ausgehend von der Untersuchung des Werthes, welchen Beschreibung, Erklärung, Ableitung gegenüber den Wahrnehmungen haben können, die verschiedenen für das thierische Leben in Betracht kommenden Punkte, wie von gemeinsamem Boden aus, so auch mehr mit gleichem Maasse zu behandeln. Gründlichere Kenntniss des Thatsächlichen allein kann vor der kritikarmen Aufnahme der Deduktionen bewahren, welche entweder überhaupt über das durch die Thatsachen berechtigte Maass hinausgehen, oder sich nur auf herausgerissene Stücke stützen.

Hätte ich die Schwierigkeiten und das Bedenkliche meines Unternehmens nicht vorher gekannt, so würde mir Solches während der Arbeit doch sehr deutlich geworden sein. Zunächst ist es nicht das Leichteste noch das Dankbarste, leidenschaftslos das Billige abzuwägen, Jedem, den Aelteren und den Neueren gleich gerecht zu werden. Du, mein hochverehrter Freund, weisst ferner, dass in diesem Buche kein Gedanke, kein Satz sein kann, über welche man nicht, hin- und herredend, ein ganzes Buch schreiben könnte, da mir doch für das Einzelne nur spärliche Seiten zu Gebote standen. Wie unsere Objekte das thun, so befindet sich endlich auch das Ganze unserer Wissenschaft im Flusse des Lebens. Schwer fügt sich dem Werke, an welchem der Einzelne Jahre hindurch baut, noch der Stein ein, welcher, von Anderen eben vollendet, passend zu sein schiene.

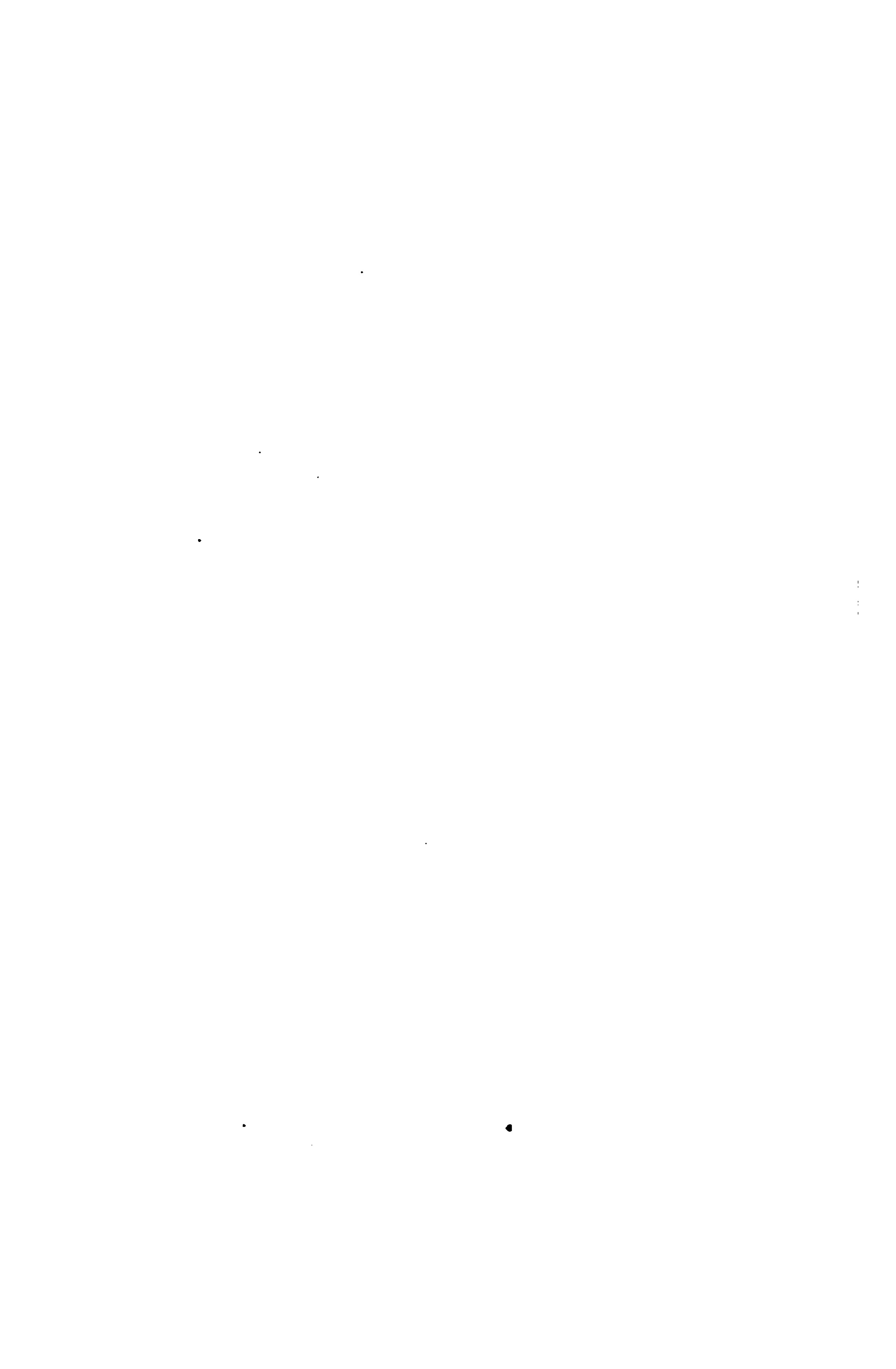
Wenn Dir dies Gründe für ein nachsichtiges Urtheil sind und Du mein Buch annimmst, als eines, welches mit Nutzen von den Jüngeren unserer Wissenschaft gelesen werden könne, dann darf ich auch dem Spruche anderer Freunde und Kollegen mit Vertrauen entgegensehen.

Heidelberg, 22. July 1875.

Der Verfasser.



Inhalt.



Erstes Buch.

Einleitende Betrachtungen.

Grundsätze der Naturbeschreibung.

Die Thierlehre ist die wissenschaftliche Beschreibung der Thiere und als solche ein Theil der Naturbeschreibung.

Die Wege, auf welchen Naturbeschreibung zu Stande kommt und die Bedeutung, welche sie hat, gelten für diesen Theil wie für die andern und für das Ganze.

Wenn man den beschreibenden Naturwissenschaften die exakten entgegenstellt, dabei der Zoologie eine Stelle unter jenen anweisend, so ist diese Sonderung weder dadurch gerechtfertigt, dass die in der einen oder andern Kategorie zu behandelnden Gegenstände an letzter Stelle verschiedene wären, noch dass die Behandlung einem andern Prinzipe zu folgen hätte. Auch die exakten Naturwissenschaften können Geschehendes nur beschreiben, auch die beschreibenden streben, auf Zusammengesetzteres, indem sie es für die Betrachtung zerlegen, die einfachern und vollkommnern Mittel der Beschreibung anzuwenden, in denen jene geübter und mit denen sie wirksamer sind. Es ist aber namentlich ganz unmöglich, den einen die Beschreibung der Vorgänge, den andern die der Produkte zuzutheilen; denn, wenn es wirklich etwas Unveränderliches zu beschreiben gäbe oder etwas beschrieben werden könnte, ohne dass weiter Vorgehendes an ihm in's Auge gefasst werden müsste, so wäre doch schon die allein der Beschreibung zu Grunde zu legende einfachste und gleichmässigste Wahrnehmung ein Vorgang.

Est ist für die Thierlehre mehr als für andre naturwissenschaftliche Disziplinen nöthig, sich die Wege, auf welchen wir zu Beschreibungen gelangen, und die Bedeutung, welche solche zu haben vermögen, klar zu machen, weil es in ihr am allerschwersten ist, einfache und vollständige Beschreibungen zu geben, welche die sogenannten Wunder der Schöpfung auflösen. Die Schwierigkeiten, die sich dem entgegenstellen, haben Veranlassung gegeben, die Bedeutung der Beschreibung misszuverstehen und ihr mit andern Titeln

eine andre Stelle zuzutheilen. Aus diesem besonderen Gebiete heraus hat sich das zu einem Missstande von grösster Tragweite ausgebreitet. Man begann damit, wo es sich um thierisches Leben handelte, von der Durchführung der Beschreibung sich loszumachen und nach Lösungen zu suchen, welche ausserhalb einer solchen liegen. Diesen, an sich unwirksam, gab man in weiter zu besprechendem Widerspruch den Namen von Erklärungen. Danach übertrug man die Methode, in die zu verfallen man hier den meisten Anlass hatte, auf die andern Gebiete.

Das veranlasst uns zu prüfen, auf was Beschreibung beruht, und welche Bedeutung das durch sie Gegebene haben kann, damit man sehe, ob sie weniger anwendbar und ausreichend für die Eigenschaften der Thiere sei als für Andres; ob, indem wir darauf verzichten über sie hinauszugehen, wir etwas auslassen oder vielmehr nur vermeiden uns und Andre durch Unklarheit und trügerisches Licht zu täuschen.

Das, was wir zu diesem Zwecke hier besprechen, stellen wir an den Anfang, um einen gewissen Boden der Anschauung zu sichern; es könnte wegen unsres eigenen Handelns dabei, in Empfinden und Denken, den Schluss der ganzen Arbeit bilden.

Beschreibung bedeutet Darstellung des an einer Sache Erfahrenen.

Wir kennen eine sinnliche Erfahrung; das heisst, wir bezeichnen mit diesem Ausdrucke Zustände, welche durch Einwirkung von Gegenständen auf uns in uns eintreten in dem Falle, dass bei dieser Einwirkung unsre Sinnesorgane Eindrücke erlitten haben.

Streng genommen ist dabei der Eindruck, den unsre Sinnesorgane erlitten haben, weder der einzige Eindruck, der uns getroffen hat, noch ist der ganze Eindruck durch jene Organe hindurchgegangen, oder es ist doch in der Regel nicht so. Von Licht, welches auf unser Auge wirkte, sind auch Strahlen auf andre Körpertheile gefallen, ohne vielleicht dort, als Wärme, empfunden zu werden; eine Schallwelle, die unser Ohr traf, erschütterte den ganzen Körper, obwohl unser Gefühl nicht fein genug war, dies zu bemerken. Alles das muss Effekte gehabt haben, aber wir haben keinen Nachweis und Massstab für die Einwirkung überhaupt als den des Eindrucks auf die Sinnesorgane, sei es direkt, sei es vermittelt.

Für die Sinnesempfindung sind drei Faktoren, der Gegenstand, das vermittelnde Sinneswerkzeug und das Empfindende, das Subjekt, welches wir in Voranstellung unsrer Person als das Herrschende zu betrachten pflegen, obwohl das die Empfindung Erregende eher ein solches ist, mit seinen besondren Theilen, an welchen die Empfindung weiter wirksam ist. Solche Faktoren sind beispielsweise: eine Lichtwelle, ein Auge, ein menschliches Gehirn. Nehme ich eins von diesen dreien weg, so habe ich, wenn es das Vermittelnde ist, keine Sinnesempfindung mehr; ist es eins der beiden andern, überhaupt keine Empfin-

dung. Es soll hier nicht untersucht werden, wie weit eine Sinnestäuschung eine Missdeutung von auf ein Sinnesorgan einwirkenden Eindrücken sei, wie weit aber von den besondren Sinnesorganen unabhängig.

Es handelt sich also bei einer Sinnesempfindung um eine Veränderung in dem empfindenden Subjekte. Den Rückschluss auf Vorhandensein desjenigen, was diese Empfindung veranlasste, nennen wir eine Wahrnehmung; die Veränderung selbst, den Zustand, welcher weiter zur Geltung kommt, nennen wir Erfahrung. Geschichtlich wäre eine Umkehrung der Darstellung gerechtfertigt, da man viel früher von Erfahrungen, Wahrnehmungen und Empfindungen redete, als man daran denken konnte, es sei damit eine durch das Auge zum Hirn gelangte, dieses verändernde Einwirkung verbunden.

Da Beschreibungen das Erfahrene ausdrücken sollen, so wäre es von der grössten Wichtigkeit, wenn wir uns bestimmtere Vorstellungen darüber bilden könnten, wie Sinnesempfindungen wirken. Man kann nachweisen, dass dabei Uebertragung von Bewegung nach den sonst gültigen Gesetzen der Mechanik geschieht. Es fällt also bereits zum Theil das hier Geschehende in die Aufgabe dieser Wissenschaft. Aber überall hin reicht dieser Nachweis nicht. Nur indem man aus Erfahrungen an andern Stellen, namentlich in der anorganischen Natur, ergänzt, und vorzüglich mit Rücksicht darauf, dass die Wissenschaft immer weiter die Gültigkeit des sogenannten Kausalitätsprinzipes erkannt hat, kann man dazu gelangen, die Gesetze der Mechanik als in lebenden Körpern allgemein gültig anzunehmen und hoffen, es werde gelingen, alles hier Stattfindende in sie einzureihen.

Die Sinnesempfindungen, welche Erfahrungen erzeugen, können zusammengesetzt und zerlegbar sein. Wie gemischte Empfindungen können die gesonderten, wie ganze, so Theilempfindungen Erfahrungen erzeugen. Durch Theilung kann eine Empfindung nach verschiedenen Richtungen hin wirksam sein und ebenso können nach einander folgende Empfindungen sich zu einer gemeinsamen Wirkung verbinden. So entstehn Erfahrungen nicht mehr einzelnen Wahrnehmungen genau entsprechend, ihnen abgelesen, eine Photographie derselben, sondern mit einem Wesen, kombinirt aus verschiedenen Empfindungen, eingebracht zu verschiedener Zeit, vielleicht durch verschiedene Sinnesorgane, je nach Zusammentreffen oder Folge.

Die Empfindenden sind ungleich. Wären sie ursprünglich gleich gewesen, so würde durch das Empfinden Verschiedenheit in ihnen entstehn, da dieses, den Einzelnen ungleich in Menge und Art zukommend, die Zustände ungleich ändert; selbst dabei in der Regel nur ein Theil des ändernd Einwirkenden.

Diese Verschiedenheit lässt sich nicht nur ableiten, sondern sie ist auch nachweisbar, so zunächst an dem Mittelgliede, den Sinnesorganen. Der eine ist kurzsichtig aus starkem Brechungsexponenten der durchsichtigen Theile

des Auges, der Andre harthörig wegen Veränderungen an seinen Gehörknöchelchen. Das lehrt direkt die Untersuchung der Organe, ohne Befragen der Person. In dem verborgenen, letzten Faktor, dem Nervenapparate, dürfte die Verschiedenheit noch grösser sein. Die Bedeutung einiger Verschiedenheiten kann man theilweise würdigen: absolute Grösse des Gehirns, relative zum Körper, in den Theilen und zum Rückenmark, Leitungswiderstände der Nervenfasern. Die ersichtlichen Effekte sind jedoch grösstentheils nicht auf bekannte Motive zurückzuführen, oder nur auf solche, welche nicht bestimmter zu beschreiben sind als jene selbst. So wird Einer durch etwas Geschehendes nicht berührt, der Andre zum heftigen Zorne, der Dritte zu stiller Zufriedenheit bestimmt, und wir wissen es nur zu begründen, indem wir sagen, der ist so geartet, gewöhnt, erzogen, hat sich nicht beherrschen gelernt, oder indem wir es nach Analogie andrer Erfahrungen in Verbindung mit Motiven bringen, deren innere Wirkung uns ebenso unbekannt geblieben war, als hier die innere Veranlassung.

Wie vom Empfundenen hängt das in der Empfindung Geschehende auch vom Empfindenden ab. Die Ungleichheit muss ebenso gut für die Theilempfindungen möglich sein und auch gelten für den ganzen Vorgang der Bildung von Erfahrung in Zerlegung und Verbindung, das ist Verarbeitung von Sinnesempfindungen. An sich Gleiches kann also in verschiedenen Subjekten, und das schliesst ein in derselben Person zu verschiedenen Zeiten, sehr verschiedene Erfahrungen zurücklassen.

Die Veränderungen, welche im Zentralnervensystem von Aussen durch Vermittelung der Sinnesorgane erzeugt worden sind, bilden nur eine Gruppe unter den Veränderungen, welche in diesem Systeme überhaupt eintreten. Wie weit sind die übrigen Veränderungen den auf jenem Wege geschehenden, Erfahrung erzeugenden, vergleichbar?

Das Zentralnervensystem steht den übrigen Theilen des Körpers grade gegenüber wie der Aussenwelt; es kann durch die Sinne von ihm Eindrücke empfangen, ja es empfindet die Aussenwelt nur durch Veränderung an den Theilen des Körpers. Die Sinnesorgane sind die für äussere Einwirkung empfindlichsten, für die Uebertragung geeignetsten Theile. Dass sie selbst dabei verändert werden, beweist die vorübergehende Abstumpfung, nervöse Ermüdung. Von ihnen wird durch besondere Leitungen die Veränderung wirksam auf das Zentralnervensystem, man kann sagen, sie wird übertragen, fortgepflanzt. Das Hirn empfindet Lichtwellen durch die Veränderungen, welche dieselben in der Netzhaut des Auges erzeugten.

Wir wissen dabei noch nicht einmal, wie wir die spezifischen höheren Sinnesempfindungen im Vergleich mit der verbreitetern des Gefühls für Temperaturunterschiede und für sogenannte mechanische Einwirkungen verstehn sollen. Gewisse Theile des Körpers sind auch mit dieser nur spärlich ausgerüstet, wenig mittheilsam an das Gehirn.

Aus gleichartigen Aenderungen in den Sinnesorganen wird das Nervensystem gleichartig angeregt, mögen diese Veränderungen herstammen, woher sie wollen, mögen sie auch auf ein andres Sinnesorgan oder mit theilweiser Umänderung der Umstände ungleich wirken und ihre Quellen sich dadurch ungleichartig erweisen.

Das Zentralnervensystem kann aber auch beeinflusst werden von Veränderungen in Körpertheilen, welche nicht Sinnesorgane sind und ohne Dazwischentreten solcher. Seine Theile werden vorzüglich berührt von Zustandsänderungen der ihnen gleichen oder ähnlichen Theile, die in besonders gearteter Verknüpfung mit ihnen stehn, nach Art der Verbindung mit den Sinneswerkzeugen; eine Ganglienzelle wird beeinflusst von dem, was in andern vorgeht. Die in solcher Weise empfangenen Eindrücke mögen ursprünglich auf Sinneseindrücke bezogen werden können, direkt sind sie solche nicht. In derselben Weise der Leitung übermittelt scheinen sie im Effekte gleichbedeutend. Sie helfen an der betreffenden Stelle des Nervensystems Erfahrungen bilden; kombiniren sich mit den frischen und den frühern im Ganzen oder zu Theilen nach der allseits möglichen Zerlegung. Es liegt sehr nahe anzunehmen, dass überhaupt jede durch eine Leitung einer Ganglienzelle zugeführte Einwirkung den Charakter einer Empfindung habe, dass sie einer Erfahrung Vergleichbares erzeuge, und dass es dabei im Prinzipe nicht in Betracht komme, ob überhaupt je eine Sinnesempfindung mitgespielt habe. Es würden dann die auf dem Wege der Ernährung, sei es im Ausgewachsenen, sei es im sich Aufbauenden eintretenden Aenderungen wie Empfindungen bestimmend wirken, in der einzelnen Wirkung ganz gleich bei gleicher Beschaffenheit. Es würde Erfahrung ohne Sinnesempfindung geben und es würden bei der Bildung des Schatzes von Erfahrung solche Einflüsse bestimmend neben dem im gewöhnlichen Sinne des Wortes Erfahrenen wirken.

Wo das Nervensystem fehlt, es ersetzend oder neben ihm wirksam können Theile gedacht werden, welche vergleichbare Veränderungen erleiden, ohne identischen Bau zu besitzen. Man kann Erscheinungen an lebenden Körpern am Besten so beschreiben, es vermöge organischer Substanz auch ohne jene besondern Einrichtungen zu empfinden.

Die Motive zu dieser Behauptung entnimmt man niedern Organismen. Obwohl sie jene Einrichtungen nicht haben, erschliessen wir Empfindung, weil auf Reizungen ähnliche Effekte eintreten, wie wir sie bei Vermittlung durch Sinnesorgane sehen: Bewegungen. Die logische Nothwendigkeit der vollen Identität des Geschehenden schwindet allerdings schon mit dem Mangel der sichtbaren Einrichtungen. Man könnte beanspruchen, dass mit Wegfall dieser von Empfindung nicht mehr geredet werde. Es dauert jedoch über die Existenz solcher hinaus einige Analogie für das Bilden der Erfahrung und so darf man jene besondern Einrichtungen als zwar das Wirksamste aber doch nicht Unentbehrliches, als etwas Sekundäres ansehn.

Bei solchen niedriger Organisirten erscheint es uns leichter, die Motive der Effekte, die anderswo durch Sinnesempfindung erzeugt werden, gleicher Weise aus Einflüssen zu entnehmen, die bei höhern Thieren viel ferner zu stehn scheinen. Wenn der Haupteffekt solcher andren Einflüsse in einer Gruppe von Erscheinungen liegt, die wir als Ernährung zusammenfassen, dann können wir, was an Veränderungen sonst auf Sinnesempfindung begründet zu werden pflegt, in einem gewissen Sinne den Vorgängen der Ernährung und des Umsatzes unterstellen. Dann wird Erfahrungsbildung als etwas an der organischen Substanz sich nothwendig aus gewissen sie treffenden Umständen Ergebendes, als ein wesentlicher Theil chemischer und physikalischer Vorgänge sich darstellen.

Ein solches Zusammenlegen des Stoffwechsels an gewissen organischen Bestandtheilen und der Erfahrung ist jedoch nur Theorie. Auf das Thatsächliche würde sich folgende Beschreibung beschränken: Einen organischen Körper treffende Bewegung erregt in ihm Bewegung in irgend einer Form. Licht, Schall, elektrische Ströme, Stösse erregen im Nervensystem Bewegung, sie mögen übermittelt sein durch die Sinnesorgane oder auf einem andern Wege. Die Form der übertragnen Bewegung kann verschieden sein und wenn in gewissen Fällen Empfindung und Erfahrungsbildung auftritt, so ist die gleiche Folge für alle Einflüsse anzunehmen gar nicht nöthig und nicht ohne Weiteres erlaubt. Darüber hinaus fehlt für die Ableitung von Erfahrung aus Bewegung uns jede Form und die Wenigsten werden Hoffnung haben, dass man durch Einführung niedrer Stufen der Erfahrung in die Betrachtung und Zerlegung dahin kommen werde, jene Form zu finden.

Der Beweis, dass es auf dem Wege der gewöhnlichen Bildung der organischen Substanz Erfahrungen gebe, das heisst Zustände, welche wirksam sind wie das durch Sinnesempfindung Erworbene, wird nicht beizubringen sein, weil Erfahrungen nur in Vorstellungen sich darstellen können, für welche uns nur die durch Sinnesempfindungen erworbenen Formen zu Gebote stehn.

Es geschieht nur durch Uebersehen von Mittelstufen, wenn wir eine Vorstellung, selbst die abstrakteste, abgelöst denken von sinnlich hergestellter Erfahrung. Dieses Uebersehen geschieht leicht, weil das empfundene Ganze und Einzelne ganz zurücktreten kann gegen Vorstellungen, die in ihrer Zusammensetzung überhaupt nicht empfunden wurden. In dem Ersatz einer Sinnesempfindung durch die andre, des Sehens durch das Hören der Beschreibung, dieses durch das Sehen von Schriftzeichen, wird nicht nur die Einzelgestalt des Empfundenen, sondern die ganze Grundlage, die spezifische Sinnesempfindung verloren und es bildet sich aus dem zeitlich, räumlich und in den Sinnen Getrennten eine einheitliche neue Vorstellung.

Die Meinung, dass eine Vorstellung unbewusst existire, das heisst, ehe

und ohne dass sie zum Bewusstsein kommt, dass ihre Existenz von dem Bewusstwerden unabhängig sei, entsteht wohl daraus, dass man übersieht, wie in einem Augenblicke aus einer Zahl von Vorstellungen eine einfachere gebildet oder eine Vorstellung, was dahin gehört, aus einer weniger deutlichen in eine klarere Form gebracht wird. Auf die Philosophie des Unbewussten können wir natürlich hier weiter nicht eintreten, auch auf die Gefahr hin, mit der Meinung, Vorstellungen zu haben und sich etwas bewusst sein, sei einerlei, nicht über den, wie v. Hartmann es nennt, naiven Standpunkt von Cartesius und Locke hinausgekommen zu scheinen. Nur wollen wir betonen, dass, wie wir „Vorstellung" verstehn, die Bestreitung unbewusster Vorstellungen keine Bedeutung hat gegen die Erläuterung des Bewusstseins durch Unbewusstes und die Setzung einer Verbindung zwischen Beiden.

Es bedarf also besondern Nachdenkens, um zu erkennen, dass *Vorstellungen nur in durch Sinneserfahrung ermöglichten Formen erscheinen.*

Für die Vorstellungen haben wir *Ausdrücke*. Für gleiche Erscheinungen sind durch die Mittelglieder der Empfindung und Vorstellung gleiche Ausdrücke übernommen worden. Der Ausdruck ist konventionell. Auf ihn an sich kommt nichts an in Beziehung auf das Vorstellen im Allgemeinen, so wichtig er nicht allein für die Geschichte der Sprache und Kultur, sondern auch für die Elemente der Psychologie sein mag. Derselbe Ausdruck kann in verschiedenen Sprachen und zu verschiedenen Zeiten mit gleicher Güte und Sicherheit sehr Verschiedenes, der ungleiche unter verschiedenen Verhältnissen Gleiches bezeichnen. Das wird, obwohl Jedem bekannt, wohl ausser Acht gelassen und dem Ausdruck mehr Werth gegeben, als er verdient.

Der Ausdruck erhält seinen Werth nur durch die bestimmte Beziehung; nur dadurch, dass er, wenn nicht absolut, doch relativ im gleichen Sinne angewandt wird. In dieser Beschränkung muss er stets und allein derselben Vorstellung dienen und sie decken. Damit tritt er, sei es als Pantomime, sei es als Laut, Wort, Satz, Gleichung oder in irgend einer andern Form an die Stelle einer eingehenden Beschreibung oder Aufführung dessen, was an einer Sache erfahren worden ist, an die Stelle der Sache selbst, mehrerer Sachen, der Beziehung von Sachen zu einander. Der Ausdruck ist also eine Beschreibung, in der Regel eine sehr abgekürzte.

Es ist nicht gewöhnlich, dass *ein* Ausdruck Alles, von einer bestimmten Sache, das, was erfahren wurde und erfahren werden kann, zu umfassen bestimmt ist. Man kombinirt mehrere, die einzeln an verschiedenen Stellen dienten und deren Gesammtheit die ganze Vorstellung deckt. Das Bilden des Ausdrucks kann parallel dem Bilden der Vorstellung gehn.

Gut beschreiben heisst die Ausdrücke für auf ausreichende Erfahrung und ihr entsprechend geschickt gebildete Vorstellungen gut wählen, verbinden, ordnen.

Erklären ist nur eine Form der Beschreibung. Alles Beschreiben ist das Setzen von Beziehungen zwischen dem an einer Sache zu dem an einer andern Sache Erfahrnen. Erklären ist ein in diesem Sinne besonders zutreffendes, auswählendes Beschreiben. Es wird in Betracht genommen das Verborgene gegenüber dem Offenbaren, das Verwickelte gegenüber dem Einfachen, das Hauptsächliche gegenüber dem Nebensächlichen. Es wird gewählt eine Weise der Beschreibung, durch welche die zu beschreibende Erscheinung in Verbindung gebracht wird mit neben ihr Vorgehendem, Vorausgegangnem oder Nachfolgendem, dessen Beibringung nützlich ist, weil die Beziehung nicht gleich erkennbar war, zusammengestellt wird mit den einfachen Erscheinungen, die mit ihr gleiche Empfindung oder Theilempfindung erzeugen.

Jedes Beschreiben ist wohl im Prinzipe ein Erklären, aber es löst vielleicht die Aufgabe unvollkommen. Die Art des Beschreibens, der man diesen vorzüglichern Namen zugestehn soll, lässt sich nicht für alle Fälle gleich umgränzen, sondern ist im Einzelfalle abhängig von den Faktoren nach allen Seiten, der Sache und den Vergleichsmitteln, dem Gebenden und Empfangenden. Es kann etwas eine Erklärung heissen bei Erfüllung solcher Anforderungen in verschiednem Grade und in verschiedner Art und heute, während es morgen ohne erheblichen Inhalt, eine Phrase ist.

Für Naturbeschreibung darf man Vortheile von dieser Identifikation von Erklären und Beschreiben im Prinzipe erwarten. Auf der einen Seite entgehn wir dann dem unfruchtbaren und gefährlichen Streben, Erscheinungen durch über die Beschreibung Hinausgehendes erklären zu wollen, welches besonders die Beschreibung und Würdigung lebender Körper verwirrt und verfälscht hat. Andrerseits veredeln wir die Aufgabe der Beschreibung. Diese durch die Gegenstände bestimmt, angewiesen, nicht über das in ihnen Gegebene und sachlich aus dem Verglichenen zu Entnehmende hinauszugehn, ist nicht aussichtslos; sie löst und leistet, was gelöst und geleistet werden kann, und wir haben nur innerhalb dieser Aufgabe nach Vollendung zu streben.

Die Schwierigkeit, für die zahlreichsten und das Interesse zuerst und zumeist in Anspruch nehmenden fertigen Naturprodukte und das an ihnen Geschehende in der Beschreibung über das Ungenügende und Weitläufige hinauszukommen, hat die sich damit beschäftigenden naturwissenschaftlichen Disziplinen für den geistigen Werth der Leistung in einen wenig guten Kredit gebracht. Sie schienen sich nicht wesentlich über das Laienhafte zu erheben. Es ist darin Vieles besser geworden, seit für die Untersuchungen mehr Intensität als Extensität beansprucht wird.

Man wird nie vergessen dürfen, dass die schwierigern Aufgaben die höhern sind, und dass der Reichthum organischer Gestaltung und Thätigkeit ein Feld bietet, auf welchem nicht etwa nur unklare Gemüthsstimmungen von

Grösse der Natur erregt, sondern in wissenschaftlicher Arbeit reiche Früchte geerntet werden können, welches auch, während unsere geistigen Mittel es nur unvollkommen zu erforschen vermögen, doch der steten Beachtung werth ist, um durch erkennbare, wenn auch schwer erreichbare Ziele anzuspornen.

Für das Verhältniss zwischen Vorstellung und Ausdruck bleibt die Vorfrage, ob von den Verschiednen gleiche Vorstellungen mit gleichen Ausdrücken bezeichnet werden. Absolut ist das gewiss nicht der Fall wegen der Ungleichheit im Empfinden und Kombiniren. Dagegen wirkt ausgleichend, dass die an die individuell ungleiche Empfindung angelehnte Vorstellungsbildung beim Rückschluss durch dieselben individuellen Verschiedenheiten hindurchgeht und so, für den Ausdruck korrigirt, für die verschiedenen Individuen gleichartig wird. Erst, wo gewisse Unterscheidungsmittel fehlen, fehlt auch die richtige Beziehung für den konventionellen Ausdruck. Niemand von uns weiss, wie er gelernt hat, den Himmel als blau, die Wolken als weiss zu nehmen, und wir kommen wohl durch sehr wenige Erfahrung dahin, diese Farbenbezeichnungen gleich und damit richtig zu gebrauchen, ohne darum gewiss zu sein, dass dieses Blau, oder andre, durch Uebereinstimmung mit welchen wir den Begriff befestigt haben, in dem einen Auge dieselbe Veränderung erzeugen wie in dem andern. Ist nur der Eindruck im Einzelnen unterscheidbar und gleichwirkend, so wird der Ausdruck übernommen ohne Prüfung und Verständniss seiner sonstigen Beschaffenheit. Fehlt das Unterscheidungsvermögen, so schwindet das. Ist jemand für eine Farbe blind, so dass ihm ein bestimmter Eindruck von ihr nicht wird, so kann er keine Erfahrung über sie haben und die Versuche, sich der konventionellen Ausdrücke für sie zu bedienen, werden, soweit nicht ergänzende Mittel zu Gebote stehn, scheitern.

Dem, was man hier am gröbsten Beispiel erkennt, giebt die Praxis eine grössere Bedeutung und man muss sich dessen bis in's Feinste erinnern. In der Theorie aber kann man gleiche Ausdrücke als gleichen Erfahrungsinhalt vertretend annehmen.

Noch mehr in das Gebiet der Philosophie fällt die Frage, ob das Empfundene real sei. Die Beantwortung hängt davon ab, was man unter real versteht; verlangt man davon mehr, als dass von etwas bestimmte Eindrücke in dem in bestimmter Weise Gebauten erzeugt werden, so schwebt die Realität in der Luft. Dann giebt es aber nichts Reales, auch das empfindende Subjekt nicht, dessen Existenz ebenso nur in der Empfindung beruht. Dass man sich die Frage stellte, entsprang vielleicht aus dem Scheine, aus Empfindungen, welche für ein Ding in einem an erste Stelle gesetzten Theil mit den an andern gemachten übereinstimmten, sei es aus ihrer eignen Beschaffenheit, sei es aus der besondern Natur des Empfindenden, aber für andre Theile nicht, so dass erst geglaubte Identitäten nach-

her im Stiche liessen, aus den Täuschungen der Sinne. Aber Sinnestäuschungen sind auch Wahrnehmungen aus Realem entsprungen, nur haben wir, indem wir aus Gewohnheit oder andern Gründen gewisse Untersuchungsmittel bei Seite liessen, eine irrige Vorstellung gebildet.

Für die Praxis resultirt aus der Unsicherheit des Ausdrucks eine erhebliche Quelle für Mängel der Beschreibung. Nicht am wenigsten für wissenschaftliche Schlagwörter. In knapper Form schlossen sie sich an eine in irgend welcher Zeit gebildete Vorstellung von scharf begränztem und best bekanntem Inhalt an und, den Veränderungen, die die Erfahrung über die Sache im weitern Verlauf erleidet, sich anzupassen behindert, thut der Ausdruck der Vorstellung eine Zeit lang Zwang an, bevor die Form zerbrochen wird.

Viel mehr Mängel der Beschreibung entsprangen jedoch daraus, dass man für dieselbe weniger nach Vollendung als nach Abschluss strebte. Man füllte, an ungenügende Erfahrungen anknüpfend, die Lücken mit Analogieen und verschwendete Zeit und Mühe im Bau naturphilosophischer Palläste auf durchlöchertem Grunde, um sie eben so rasch abzubrechen. Zum Glück verlieren die Bausteine dabei nicht an Werth, nur der Mörtel.

Die Schwierigkeiten der Beschreibung und die Neigung zum Fertigstellen aus unfertiger Arbeit haben in der verschiedensten Weise Anlass gegeben, in der Lehre vom thierischen Leben, besonders vom Menschen, von dem Satze abzufallen, dass wir keine andre Aufgabe erfüllen können, als die des Beschreibens, und über die Gränzen dieses Gebietes hinaus andre Theile der Naturwissenschaft mit diesem Grundfehler zu infiziren. Man wird sich bei allen Verlockungen in solcher Richtung daran zu erinnern haben, dass ein Erklären nur durch Beschreiben möglich ist.

Ueberblick über die philosophischen Vorstellungen von der Natur, besonders vom Leben.

Alterthum und Mittelalter.

Beim Rückblick auf die philosophische Behandlung der Lehre von der Natur im Alterthume dürfen wir nicht vergessen, dass der geringere Umfang naturwissenschaftlicher Kenntniss und die Hülflosigkeit, sobald man tiefer einzudringen versuchte, es mit sich brachten, dass an die logische Ordnung bei Abstraktion oder Feststellung sogenannter Gesetze eine viel bestimmtere Kritik und auf sie ein höherer Werth gelegt wurde als an und auf die Zuverlässigkeit und Selbstständigkeit der zu Grunde liegenden Beschreibungen oder die Durchführung von Versuchen. Wenn wir danach im Ganzen das Mangelhafte begreifen und entschuldigen, so geht zugleich daraus hervor, dass,

was heute besser begründet erscheint und bevorzugt werden muss, darum nicht immer, wie es in der Vergangenheit auftrat, das besser Begründete, seine Vertreter adelnde war.

Uebrigens hat die philosophische Arbeit schon vor Tausenden von Jahren ziemlich zu denselben kritischen Punkten geführt, denen auch heute der menschliche Geist gegenüber steht und zu Erklärungen, zwischen welchen auch die neuesten Zeiten hin- und hertreiben.

Vor 2400 Jahren gab Demokrit von Abdera die Grundlagen eines materialistischen Systems in den aus Erfahrungen abgeleiteten Sätzen:

1) dass in der Natur nichts zufällig, vielmehr Alles aus einem Grunde und mit Nothwendigkeit geschehe;

2) dass, wie aus nichts nichts werde, so auch nichts vernichtet werden könne, vielmehr bei allem Wechsel die Substanz beharre und Veränderung nur Verbindung und Trennung von Theilen sei.

Das Einzige im Raume Existirende waren ihm die Atome, verschieden in Grösse, Gestalt und Ordnung. Zusammensetzung aus Atomen, Theilbarkeit, ist ihm, mit andern Worten, Beschreibungsform für Alles, auch für die Seele. Deren Atome sind glatt, rund, gleich denen des Feuers, sie erzeugen, indem sie den Körper durchdringen, die Lebenserscheinungen. Die Seele, der Materie subsumirt, steht als besondere Substanzart den andern dualistisch gegenüber. Der Körper, oder die Welt, ist ihr Gefäss. Solcher Materialismus schloss den Dualismus nicht aus, war nicht monistisch. Tief bedeutend war der Vergleich der Seele mit dem Feuer; das Leben verbraucht, das heisst verändert die andere Substanz in ihren Verbindungen.

Empedokles von Agrigent gab jenem Gegensatze die geläufige Form von Kraft und Stoff. In der sizilischen Stadt wie in andern griechischen Kolonieen bewegte sich unter reichen Umgebungen das geistige Leben freier als in dem gebundnen Wesen der Heimath. Die Natur des Landes regte mächtig an. Hier hoben verborgne Kräfte die feurige Lava; die aus dem Meere steigenden Gebirge waren voll von Versteinerungen; in den Höhlen lagen titanenhafte Gebeine, man fand den Bernstein mit der geheimnissvollen Anziehung.

Empedokles schied zuerst die vier Elemente der Materie; sie wurden ihm ergriffen von den zwei von ihnen unabhängigen Kräften, der Liebe und dem Hass, der Anziehung und Abstossung in zufälligem Spiele und dadurch geformt. Von dem so Entstandnen erhielt sich, was dessen fähig war, das Zweckmässige; das Unzweckmässige verging, fand kein Bestehn. So entstand an Organischem Mancherlei, hier ein Auge ohne Gesicht, dort ein Arm ohne Körper, bis im Durchprobiren ein zweckmässiges, fortpflanzungsfähiges Geschöpf zufällig wurde und davon Abgeleitetes Bestehen fand, während die ungeschickten Bildungen verschwanden.

Die Gedanken, welche bei Empedokles wesentlich herstammten aus dem

Anblicke der Reste verschwundner Thierformen, welche noch für ein paar Tausend Jahre als Versuche der Natur, lusus naturae galten, finden wir auf dem Boden der Philosophie der Vergleichung und Unifizirung der natürlichen Dinge ganz ähnlich zwei und ein Vierteltausend Jahre später wieder bei Oken, wenn er in seiner Biologie sagt: „Was ist die organische Welt als die theilweise Geburt des Menschen? Ist nicht das Insekt sein noch los umschwebendes Auge, die Schnecke seine abgetrennte Hand, der Vogel sein werdendes Ohr?"; hier mit der Personifizirung der Natur statt der Kraft und mit allen den Schwächen, welche der übereilten Bildung von Hauptsätzen und Anwendung auf das Einzelne anzukleben pflegen? Weniger phantastisch ist das Vergehn des Unbrauchbaren mit dem Anklang an den verunglückten Versuch der Natur bei Buffon gefasst. Und hatte nicht Darwin's Lehre, als noch, um den Unterschied gegen Lamarck's unmittelbarere Kausalitätslehre hervorzuheben, die Variabilität als eine eher mystische, der organischen Substanz anhängende, Eigenschaft erschien, innerhalb welcher bis zum glücklichen Griffe hin und her getappt und dieser wieder mit einem glücklichern vertauscht werde, ihren Schwerpunkt ziemlich im Gleichen.

Wenn Alles geschah aus dem Ergriffenwerden der Elemente der Materie in Anziehung und Abstossung, wenn das Lebendige für sein innres und äussres Geschehn denselben Grundgesetzen unterworfen war, wie die leblose Materie, so mussten die Denkprozesse einer Betrachtung unterzogen werden können, wie äussre Vorgänge. So war es konsequent, dass die philosophische Weltbetrachtung durchging durch die Lehre der Sophisten, deren erster, Protagoras, aus der Schule des Demokritos hervorging. Auch waren die ersten Ergebnisse glückliche: dass das ganze Bewusstsein aus den Empfindungen abzuleiten und dass die subjektive Verschiedenheit der Empfindenden in Rechnung zu setzen sei. Letzteres gab den Ursprung des sophistischen Satzes, dass die Empfindung überhaupt das einzige unmittelbar Gegebne sei. Dieser Sensualismus ist nicht im Widerspruch mit materialistischer Auffassung der Seele. Jener Satz ist Ausdruck dafür, dass wie das Bewusstsein so auch die Vorstellungen der sinnlichen Erfahrung entlehnt seien. Der Einzelne ist das Mass der Dinge, wie sie sind, dass sie sind, dass sie nicht sind. Der darin liegende Relativismus, dass es ein Wesen der Dinge an sich nicht, sondern nur Beziehungen giebt, ist für Urtheilsfällung von eminenter Bedeutung. Der Sophismus trieb dann auf die Spitze, dass Alles Schein, dass das Entgegengesetzte gleich wahr sei, nach dem Standpunkt, und wandelte so die Vorurtheilsfreiheit zur Gleichgültigkeit gegen die Sache; er warf, weil er das Ganze nicht haben konnte, Alles weg. Ethisch wurde dabei ausser Acht gelassen, dass Wahrheit und Schein, Gut und Böse u. s. w., wenn auch nichts Absolutes, von Einzelempfindung Unabhängiges, doch die Uebereinstimmung der Empfindung

Aller oder Vieler enthalten und so einen Werth haben und ihren Verlauf finden.

Wie die Sophisten Alles in der Auffassung des menschlichen Geistes suchten, so führte Sokrates etwas diesem Gleiches handelnd in die Natur ein. Ihm verfuhr bei Einrichtung des Weltgebäudes eine nach Zweckmässigkeitserfahrungen handelnde Vernunft. So ist auch dem Aristoteles der Zweck in der Beschreibung das Herrschende, ein den Dingen Nothwendiges; im Sinne des Zwecks hat der Stoff die Form. Diese teleologische Auffassung der letzten Ursachen behielt bei den Alten mehr den Charakter eines mechanischen Verständnisses, die Zweckmässigkeit war eine immanente. Erst allmählich wurde aus ihr die formale Teleologie mit extramundanem Zweck, mit vordenkender, menschähnlicher, aber übermenschlich ausgestatteter Gottheit. Ueberall ist die Teleologie darauf zurückzuführen, dass die sehr komplizirten, einen Gesammteffekt ersichtlich nur durch diese Komplikation bewirkenden Verhältnisse im Al gemeinen den Vergleich zuliessen mit vom Menschen klug zur Erreichung eines Zwecks zusammengestellten Mitteln. Aus der Wirkung konstruirte man den Nutzen, aus dem Nutzen den Zweck, um später denselben Weg wieder zurückzugehn. Es war nichts mehr Zufall, nichts mehr Wunder, wenn es erlaubt war, überall die Verkörperung der Weisheit zu finden. Die Summe der Weisheit fiel zusammen mit der Summe des Geschehenden. Man rettete sich aus unauflöslichen Problemen über Begränzung in Zeit und Raum, Stoffe und Kräfte, Leib und Seele erst auf den Boden einer allgemeinen innern Weisheit, dann auf den der von Aussen gegebenen Bestimmung.

Es war ein Mangel der formalen Teleologie für die Beschreibung zwischen dem Aufeinanderfolgenden und Auseinanderhervorgehenden, das als ein Mittelglied eingeschoben zu denken, dem menschlichen Geiste und seinen Hülfsmitteln entsprechend, was doch nur die Begriffsweise des menschlichen Geistes für das Geschehende war. Es wurde nicht beachtet, dass die Annahme eines Mittelgliedes in diesem Sinne die Räthsel nicht löste, sondern nur formal konzentrirte. Es erschien bequemer, sich damit zu bescheiden und weiteres Suchen in den einzelnen Fällen nach wirkenden Ursachen zu ersparen. Selbst nachdem Baco den Zweckbegriff in den Naturwissenschaften diskreditirt hatte und Spinoza ihn aus der Substanz unableitbar erklärte, klebte er Leibnitz noch an. Es ist allerdings die Sprache der Philosophen, nicht die der Theologen; je weniger man dem Begriffe Zweck von Menschengedanken lässt, um so eher ist er anwendbar. Wenn man Menschengedanken, Menschenwillen und Menschenzweck in das gewöhnliche mechanische Geschehen mit hineinnimmt, fallen bis zu einem gewissen Grade mit den Besonderheiten des Zwecks auch die Einwendungen gegen den Gebrauch des Ausdruckes. Dann kann man jedem Geschehen wie den menschlichen Handlungen einen Zweck leihen. Es erscheint dann

gleich, ob man das menschliche bedachte Handeln zum übrigen Geschehenden herabzieht oder dieses zu jenem und dem daraus abgeleiteten Idealen erhebt.

Man darf in vielen Fällen die teleologische Darstellung nur als eine äussere Form ansehn; Zweck ist dann Effekt in einer bestimmten, bebetrachteten Richtung.

Noch heute fürchtet der ausgezeichnete Botaniker Sachs vom Verzicht auf den Ausdruck des Zwecks eine unnütze Verarmung unsrer Sprache; und Claus glaubt, dass die teleologische Betrachtungsweise vortreffliche Dienste zum Verständniss der komplizirten Korrelationen und der harmonischen Gliederung des Naturlebens leiste. Aber der Ausdruck wirkt zu leicht über das Formale hinaus auf das Materielle in den Vorstellungen, deshalb sollte er, uns nur der Gewohnheit halber bequem, ausgemerzt werden. Uebrigens ist die teleologische Beschreibungsform nicht allein nützlich gewesen durch die Anlehnung an geläufige menschliche Vorstellungen, sondern sie gestattete die Mechanik aufzusuchen und hielt ab von Erklärungen, die in mehr formulirter Weise über das Beschreiben hinausgingen. Selbst wohl Erzeugerin theistischer Auffassung, half sie andrerseits diese zu monotheistischer reinigen, wurde in der Wechselwirkung mit ihr der dienende Theil und half zur Knechtung der Naturwissenschaften, zur Verarmung und Verengung.

Nachdem man sich in der Teleologie ein paar Tausend Jahre bewegt hatte und sie jene Verquickung einging, wurde der Bruch mit ihr noch mehr auffällig als schwer und konnte nicht geschehn, ohne dass der Kampf auf Felder geführt wurde, auf welchen er Viele in dem beunruhigte, was sie für das eigne und fremde Wohlergehen am bedeutsamsten erachteten.

Wenn Alles nur in der menschlichen Auffassung begründet war, mussten die Denkprozesse das Vorzüglichste, die innere Arbeit der Wahrnehmung überlegen sein. So wurde in der Ausbildung der von Sokrates überkommenen Logik bei Plato und in seiner Schule der grössere Werth auf die Abstraktion, die Definition, die Kategorieenbildung gelegt. Je mehr man sich von den Dingen, die nur Schein waren, losmachte, um so näher meinte man der Wahrheit zu kommen. Das Abstrakte, vom Aeussern, von den in Gegensatz gestellten Attributen entkleidet, dachte man als wirklich, das Schöne, das Gute als Wesen. Das ist, wie für die Geschichte der daran erlahmenden Naturbeobachtung im Allgemeinen, so im Besondern wichtig, weil es auch den ersten und hauptsächlichsten Eintheilungsbegriff traf, den der Art εἶδος, ἰδέα, gedacht als ein reales Urbild, frei vom Individuellen, scharf mit fester Gränze, nicht verschwimmend, zerfliessend.

Man vergass, dass Abstraktion nur Arbeit am Materiale, nur eine

Weise der Beschreibung von sinnlich Empfundnem ist, nicht für sich, sondern nur in Beziehung auf jenes Material Bedeutung hat. Statt dass das Abstrakte im Gegensatz stände zu den Attributen überhaupt, entsteht es selbst nur aus der Zusammennahme von Attributen von verschiednen Stellen.

Für die Erziehung zur Beschreibung und die Entwicklung der Methode gegenüber ungeschickten, schon damals gehäuften Einzeldarstellungen war der Kultus der Abstraktion und überhaupt der Dialektik unentbehrlich; er musste durchgearbeitet werden. Obwohl der Natur der Sache nach der Zusammenhang mit dem Thatsächlichen nicht vernichtet, der Werth von dessen Untersuchung nicht dauernd verleugnet werden, die letztere nur schlummern konnte, geschah das doch nicht ohne grossen Schaden für die Naturwissenschaften. Diese hatten sich in Griechenland auf günstigem Boden früh reich entwickelt. Im Vaterland und den Kolonieen berührt von Naturerscheinungen, in denen Wasser oder Feuer als zeugende Elemente gewaltig auftraten, Angesichts der Versteinerungen, die früh den menschlichen Scharfsinn herausforderten, durch die Verbindungen mit dem Norden, dem Orient, Aegypten, selbst dem fernen Westen und das überall in Buchten eintretende, gliedernde, fischreiche Meer in Beziehung gebracht zu mannigfaltiger Thierwelt, in Erbschaft asiatischer und aegyptischer Mathematik, Mechanik, Astronomie und Heilkunde hatten die Philosophen den Ausgang von der Natur genommen. Glaubte man jetzt dafür am Ziele zu sein? War der naturwissenschaftlichen Einzelnheiten wohl schon so viel geworden, dass man sich ihrer Herr zu machen erlahmte und die Fortführung philosophischer Entwicklung in sich bequemer hielt? Jedenfalls folgte hier der frühen griechischen Blüthe früher Verfall. Die Weltweisen waren, wie de Saussure sagt, mehr eilig, die Natur zu erklären, als geduldig, sie zu studiren. Auf unvollkommne Beobachtungen, meist entstellt und missgeformt in den Ueberlieferungen der Dichtkunst und des Aberglaubens, bauten sie sich Kosmogonieen, mehr gemacht, die Einbildungskraft angenehm zu unterhalten als dem Verstande durch getreue Naturbeschreibung zu genügen. Daher die unglückliche Ablösung der Philosophie von ihren alleinigen Grundlagen. Statt weiter gefördert zu werden, mussten die Naturwissenschaften zurücktreten, um sich später gegen die Philosophie, die ihre Tochter war, ihre Stelle wieder zu erkämpfen.

An dieser Stelle ist es nöthig, der Aristotelischen Schriften zu gedenken, obwohl wir auf ihren zoologischen Inhalt später zurückzukommen haben.

Aristoteles suchte die Grundlage in der Beobachtung der Einzeldinge. „Denn,“ sagt er in der Thierkunde I, 6, „so ist naturgemäss die Behandlung, dass die Geschichte jedes Einzelnen den Anfang mache, denn daraus wird es klar, was darzulegen sei und aus was.“ Er wusste, wie unbedeutend die Erde im Weltall sei; dass sich nicht grade Alles um sie

drehe, dass auf ihr Kontinente und Meere und der Reichthum der Flüsse in einer Art wechselten, die wahrzunehmen das Einzelleben zu kurz sei. Schon bei ihm haben wir die Zurückführung des früher Vorgegangnen aus noch wirkenden Ursachen. Auch führte Aristoteles soviel Einzelnes auf, dass damit die ganze Regeneration der Zoologie nicht nur entzündet, sondern vorzugsweise gespeist werden konnte, ja dass erst die letzten Jahrzehnte zum Verständniss höchst wichtiger Punkte seiner Mittheilungen kamen. Aber regiert sind die Aristotelischen Schriften doch von jener Wandlung der philosophischen Auffassung aus dem Materialistischen in's Spiritualistische, die sich in einer anscheinend graden Entwicklungsreihe in etwa hundert Jahren hergestellt hatte. Der zoologische Inhalt von zwanzig Büchern über Naturgeschichte, Theile, Fortpflanzung, Gang, Bewegung der Thiere ist ohnehin wohl mehr die Zusammenstellung des hauptsächlichen damals Bekannten, die Hinterlassenschaft der damaligen Vergangenheit als das Ergebniss nur der eignen Erfahrungen des grossen Philosophen. Die Quellen dazu sind nicht nur fast alle verloren, sondern meist unbekannt. Es ist durchaus nicht festzustellen, wieviel von Aristoteles zuerst gesagt sei; nicht Weniges aber ist ersichtlich Vorgängern entnommen. Die langen Reihen morphologischer und mehr physiologischer Beobachtungen sind in platonischer Weise nach verschiednen spekulativen Gesichtspunkten gebildet. So vertraut Aristoteles mit dem Materiale war, tritt doch das Einzelne, Reale dabei nicht in der Gesammtgestalt entgegen. Kurz berührt, trägt es das Allgemeine. Die gewonnenen Sätze sind die Hauptsache und dienen zur Ableitung. Weil das Einzelne uns dient, erscheinen die Lücken in ihm ohne Bedeutung; die Gesammtanschauung ist fertig, Alles gelöst, verstanden.

Diese frühreife philosophisch-methodische Behandlung des Thierreichs, wie sie auch später die naturphilosophische Schule immer geübt hat, giebt weniger eine Zoologie als eine vergleichende Anatomie, und mehr Physiologie, mit dem Nachdruck auf der Vergleichung.

Die Behandlung tritt vielleicht deshalb gegenüber dem Stoff noch mehr in den Vordergrund, weil es uns in Ermanglung der andern alten Quellen weniger ersichtlich ist, dass es sich um eine Auswahl des grade dienlichsten Theils aus einem in viel grösserm Reichthum bereits wissenschaftlich aufgeschlossnen Material handelt, so dass die Grundlagen der Lehrsätze knapper erscheinen, als sie waren. Jener Reichthum des aristotelischen Zeitalters an Kenntniss zoologischer Einzelheiten lässt sich aus dem grossen, einheitlichen Style der Geschichte der Thiere sicher erschliessen. Die Beispiele, aus nach den verschiedensten Richtungen hin wohlverstandner Fülle gewählt, stehn im Dienst der Abstraktion; die Kategorieenbildung geschieht nicht um der Beschreibung, sondern um der weiter aus ihr zu gewinnenden Dienste willen; das, aus welchem abgeleitet worden ist, tritt zurück gegen die Ableitung.

In der Platonisch-Aristotelischen Philosophie wurde die vom Sinnlichen unabhängige, weitere Arbeit, welche die Vernunfterkenntnisse, *νούμενα*, bildet, von der Sinnesempfindung, welche sich auf die *φαινόμενα* bezieht, gesondert, der Geist von der Seele. Dann wurde versucht in der Metaphysik eine Philosophie zu gründen, welche abstrakt, ohne auf einen besondern Zweig gerichtet zu sein, die dem Existirenden zu Grunde liegenden Prinzipien aufsuchen sollte. Alles hierbei geschehene Unnütze und Irrige hat in der Ablösung vom Wirklichen gelegen, in der Gegensetzung des Möglichen und Wirklichen und Trennung von Substanz und Accidens, wo die Substanz, der Eigenschaften entblösst, vorstellbar sein und den Ausgangspunkt weitrer Vorstellungen bilden sollte. Aber die Möglichkeit und das Abstrakte haben keine Existenz, die gegebnen Eigenschaften konstituiren das Ding. Real ist nicht ein Pferd, welches ich seiner Farbe oder andrer Charaktere entkleidet denke, sondern nur das bestimmt bezeichnete; das Pferd als solches ist nur eine Denkform. Die Subjektivität und Relativität solcher Abstraktionen darf in Beziehung auf ihren innern Gehalt und ihre äussere Bedeutung nicht vergessen werden. Für die praktische Behandlung wissenschaftlicher Aufgaben unentbehrlich dürfen dieselben, in der Zeit stehend, keine Dogmen bilden.

Aus der Aristotelischen Schule erhob sich der Physiker Straton aus Lampsacus zu materialistisch monistischer Auffassung, indem er die Thätigkeit der Seele als wirkliche Bewegung ansah, das Leben herleitete aus der Materie innewohnenden Naturkräften und den *νοῦς* des Aristoteles aus der Empfindung.

Die Stoiker dachten sich Alles stofflich, Gott, Seele, Affekte, etwa den Tugendhaften mit Tugendstoff gefüllt. Aber der Stoff, im Empedokleischen Gegensatz zur Kraft, hat seine Qualität durch die ihn ergreifenden Kräfte; die Kraft aller Kräfte ist die Gottheit. Da sie überall der Materie entgegensteht, ergreifend, erfüllend, ist das ein dualistischer Pantheismus. Die schwierige Vorstellung vom Willen ist dabei damit gelöst, dass er ein Ausfluss der Vorherbestimmung und Nothwendigkeit sei; die Zurechnung der Handlungen wird trotzdem daraus hergeleitet, dass sie Ausdruck des eigensten Wesens des Handelnden sind. Die körperliche Seele erhalte sich eine Zeit lang nach dem Tode, die guten steigen zum Orte der Seligen und fliessen im Weltenbrand in die Einheit des göttlichen Wesens; leichte Kinderseelen können durch Muttersehnsucht angezogen, vergegenwärtigt werden.

Die Grundlage des Systems des Epikur von Samos, wenige Jahrzehnde nach dem Tode des Aristoteles war, dass alle Erkenntniss auf sinnlicher Empfindung beruhe, dass solche an sich immer wahr, das heisst thatsächlich, sei und irrig nur werden könne im Rückschluss auf die Veranlassung; dass es nur der Naturbeobachtung zukomme, die Grundlagen der

Ordnung der Weltkörper in Wechsel, Entstehn und Vergehn und die Beschaffenheit der letzten Dinge zu erforschen, dass dabei jede allgemeinere, abgeleitete Vorstellung, wenn auch für die Verarbeitung im Denken gewichtiger, doch weniger gewiss sei als das Unmittelbare, Reale. Die Seele war ihm dabei ein feiner durch den Körper zerstreuter Stoff. Vielleicht ist das nicht eigentlich materialistisch-dualistisch, Demokriteisch, sondern darin aufgenommen der Begriff des Nervensystems, dessen Organe damals noch unzureichend bekannt und gedeutet waren. Dass Aristoteles ausser Hirn und Rückenmark schon Nerven gekannt habe, kann übrigens nicht geleugnet werden. Er sagt, dass der Theil, das Organ, in welchem das Gefühl, der fünfte Sinn, erzeugt werde, namenlos sei, im Uebrigen unterbreitet er das Nervensystem der Betrachtung nach Bauidentität, Homologie, und blosser Analogie, wie andre Organe. Aus jenem „namenlos Sein" und andern Gründen scheint sogar annehmbar, dass er es als ein besondres einfaches in zusammengesetzte Bildungen als Antheil eintretendes Gewebe, in seinem Sinne als einen homöomeren Theil betrachtet habe.*) Auch kannte er allem Anschein nach zum Beispiel den grossen Infraorbitalnerven der Blindmölle, allerdings ohne ihn zu verstehn.

Es wird hauptsächlich mathematischer Schulung zugeschrieben werden dürfen, dass im Verständniss alles Geschehenden als eines Gesetzmässigen, wie es in der Epikuräischen Philosophie erscheint, die Sonderung in Gewöhnliches, Zufälliges, Wunderbares sammt dem Mythus der eingreifenden Götter bei Seite zu setzen möglich war. Bei den Römern gewann dieses System durch das Lehrgedicht des Titus Lucretius Carus „de rerum natura" im letzten Jahrhundert vor Christi Geburt grossen Einfluss. Ihm war, wie dem Empedokles, das Zweckmässige in der Natur ein sich aus der Unendlichkeit des mechanischen Geschehenkönnens ergebender Spezialfall. Für das Empfinden nahm er die Zusammensetzung eines empfindenden Ganzen aus nicht empfindenden Theilen an. Das heisst, dass empfindendes Organisches und nicht empfindendes Anorganisches für atomistische Zusammensetzung bei einander stehn; dass das Empfindende nichts Besondres in sich enthalte, dass sich nicht dem nicht Empfindenden etwas Spezifisches zu gesellen habe, um jenes zu bilden. Wie dabei es zu Empfindung komme, zu beschreiben, hat Lucrez nicht versucht. Die Seele, Anima, vergleicht er in der Durchdringung des Stoffes der Wärme, der Lebensluft, dem Salbenduft und trennt von ihr den nur im innersten Theile des Leibes, der Brust, sitzenden Animus.

*) Die Stelle, Thiergeschichte I. 4, schon von Camus „hergestellt", wahrscheinlich verdorben, ist von Aubert und Wimmer in der Uebersetzung beschädigt. Der Anfang lautet wohl besser: „Das Gefühl wird ausgeübt von einem einfachen Theile." Auf das Weitere einzugehen ist nicht am Platze.

Die spekulative Philosophie, mit den Denkformen beschäftigt, zog keinen Nutzen mehr von der Bereicherung der mathematischen und astronomischen Kenntnisse in der alexandrinischen Schule und den Fortschritten der Anatomie unter Herophilus, Erasistratus und Galenus. Sie schwankte bei Bedeutungslosigkeit der Sachen für die Grundlagen hin und her zwischen den verschiednen von den Alten gegebnen Methoden und spitzte sich zu unfruchtbarer Dialektik. Als das in Wechselwirkung mit monotheistischer Religion trat, beschränkte die eine den Horizont der andern, die Religionsvorsteher beanspruchten die philosophische Leitung, sie dehnten das Wesen der Religion, Vorschriften zu geben, aus auf die Auffassung der natürlichen Dinge in zwingenden, bindenden Dogmen. Sie erhoben Widerspruch dagegen, dass Alles der freien Forschung des menschlichen Geistes zu unterbreiten sei und dem Fortschritt der Forschung entsprechend Auffassung und Ausdruck sich zu verändern hätten. Menschenverglichnes Handeln und Wollen, aus jedem Vorgang entnommen, gaben das Material zur Gottheit; durch die Behauptung der Offenbarung wurde sie über jede an jenen Ursprung sich heftende Kritik gesetzt und jede Vervollkommnung der Vorstellung ausgeschlossen. Allenfalls blieb frei, sich diese Gottheit in zwei Formen des Dualismus wirksam vorzustellen, über der Schöpfung oder sie durchdringend. Nicht aber, dass das Göttliche in dem Stoffe, in dessen Wachsen und Werden sich entwickle. Dieses, der Averroismus der Araber, die als Erben des gebildeten Orients, der griechischen Kolonieen, Aegyptens an den Gränzen des Christenthums im Morgenland und Abendland ihre Schulen zur höchsten Blüthe brachten und Manches aus den Naturwissenschaften retteten, Weniges förderten, war wegen der darin liegenden Bedeutung und Ewigkeit der Materie den Christen höchst ketzerhaft.

Vorerst war Aristoteles dem christlichen Abendlande nur im Abstraktesten, in der Schrift über die Kategorieen, erhalten geblieben mit der Einleitung des Porphyrius über die fünf Wörter: Gattung, Art, Unterschied, Eigenthümliches, Hinzukommendes. Aristoteles selbst hatte in jener Schrift die zehn Kategorieen der Aussage aufgestellt: Substanz, Menge, Art; Beziehung, Ort, Zeit, Lage; Zustand, Thun, Leiden. Er nahm dieselben nicht so real, dass er nicht gesagt hätte, die Art sei nur in zweiter Linie Substanz. Aber ohne alle Kritik im Einzelnen ist durch die Aristotelischen Kategorieen der Realismus, das Verständniss der Gemeinbegriffe als wirklicher Dinge, gegenüber dem Nominalismus, der sie als Aussagen behandelte, zu dogmatischer Geltung gekommen. Indem das Zurückdrängen des Sinnlichen aus der philosophischen Denkform in's Ethische übergriff, kamen Askese und Tugendzwang zum Glaubenszwang und übernahmen den Kampf mit dem Epikuräismus, der doch aus sich die Richtschnur für das Edle entnehmen wollte und nicht aggressiv war, mehr als mit dem

Materialismus in damals neuem Sinne, der darauf fusste, da wir Stoff sind, vom Gemeinen und dazu zurückzukehren bestimmt, lohnt es nicht, die Spanne Zeit zur Veredlung zu benutzen, und der in Rom und Byzanz im Lusttaumel und aller Niedertracht schwelgte.

Als Aristoteles durch Araber und Juden neu und breiter dargeboten wurde, fand die Metaphysik, welche, in den Büchern der Physik folgend, davon den Namen hatte, allerdings auch über sie hinauszugehn bestimmt, die meiste Sympathie. Man blieb der Naturbeobachtung noch so fremd, dass man der wissenschaftlichen Diskussion nur unterbreitete, was geschrieben stand. Das füllte das Leben, wozu Neues? So blieben die Objekte verschleiert, die Begriffe waren wie glänzende Signaturen, hinter denen Staub liegen mochte. Die wissenschaftliche Welt war wie ein Greis. Die Methode des Abstrahirens, die Philosophie der Sonderung der Accidentia von der Substanz, selbst der Form von der Materie hielt bis über Cartesius hinaus vor. Wie Mancher noch heute, wenn er sich in Abstraktion eine Substanz herzustellen bemüht hat, formlos und eigenschaftslos, träge, dunkel, starr, nur leidend, nicht handelnd, todt, in Allem negativ, nachdem er Alles weggenommen, aus dessen Zusammenfassung in idealster Gestalt man sich Gott, Seele, Leben herstellt und so ein unvorstellbares Ding, eine begriffliche Negirung geschaffen hat, fragt den Andern mit moralischer Entrüstung: Ist das Euer Gott, Eure Seele, Euer Leben; kann das wollen, denken?

Die Sonderung von Materie und an ihr Geschehendem oder ihr Zukommendem, als etwas Möglichem, das Vertauschen der Anwendung der Abstraktion zur Beschreibung mit der Realisirung des Abstrakten, ist mit besonderer Vorliebe auf Lebenserscheinungen angewendet worden. So entstand die den Laien geläufige, so zähe festgehaltene wie nicht begründete Vorstellung von Leben und Seele als eines den organischen Körper Ergreifenden, seine Lebensmöglichkeit Verwirklichenden, ihn wieder Verlassenden, vorher und nachher für sich Vorstellbaren, Wirklichen. Dass erst die Materie durch die Form zur Lebensleistung fähig gemacht werden müsse, ein Zwischenglied, wurde weniger beachtet. Die Gliederung innerhalb der Seele selbst als lebende, Anima vegetativa, empfindende, begehrende, bewegende, sensitiva, und vernünftige, unsterbliche, rationalis, göttlichen Ursprungs, nur dem Menschen zukommende, gestattete die zwei vom Geiste gesonderten Theile mit Lebenskraft zu identifiziren. Das wurde universell durch die ekklesiastische Kultur und die Gemeinschaft lateinischer Sprache, dogmatisch durch die Präzision der Dialektik. Es schien allgemein angenommen, abgeschlossen, unumstösslich; man hatte es nur ewig weiter zu lehren.

Zunächst vereinzelt und vorsichtig regten sich dagegen die Geister in der Renaissance von Kaiser Friedrich II. an. Petrarca, Boccaccio, der im Roman Filocopo 1341 in mythologischem Kleide als Naturforscher

auftrat, Leonardo da Vinci, der zahlreiche anatomische Zeichnungen gab und alles Verständniss für die Ueberlagerung von in fossilen Thierresten und Zeit der Entstehung verschiednen geologischen Schichten hatte, zahlreiche andre Gelehrte der in streitendem und wechselndem Eifer ihren Glanzpunkt erreichenden, die Macht der Kirche in Italien zersplitternden italienischen Städte und Schulen, zogen die Philosophie aus dem lähmenden Zwange des Dogmas und der Ueberlieferung und die Naturwissenschaften aus ihrer Erstarrung. Aber die Kirche kam immer wieder zu Gewalt, sie vergass nichts und scherzte nicht. Dies erwägend, und in des Herkommens Gewohnheit, begnügte man sich meist, das Philosophiren über die Natur der Dinge als dialektischen Versuch zu geben, mit ausdrücklichem oder stillschweigendem Zugeständniss, darüber, wie es sich wirklich verhalte, zu entscheiden, gebühre der Religion. Einzelne wagten mehr: Nicolaus de Autricuria, der 1348 behauptete, wie einst Demokritos, es liege den Naturvorgängen nur die Bewegung der Verbindung und Trennung der Atome zu Grunde und der, wie auch im nächsten Jahrhundert Ludwig Vives, rieth, man solle sich über Aristoteles und Averroes hinaus an die Dinge selbst wenden und Versuche machen, statt zu disputiren; auch Petrus Pomponius, der 1516 die Unsterblichkeitslehre angriff.

Die sich sammelnden naturwissenschaftlichen Thatsachen, ganz besonders die Betrachtung der zahlreichen Fossile Norditaliens, regten Lehrer und Schüler an. Es gab jetzt Naturalienkabinete, man studirte Kuriositäten, las nicht blos, was die Alten über sie sagten. Als fast auf einen Schlag, in einem Menschenalter, Erfindung der Buchdruckerkunst, Entdeckung Amerikas, Reformation in die Wage fielen, da konnte es wohl noch geschehn, dass um die freie Bekanntgebung der Ergebnisse der Forschungen mit Schwerdt und Feuer gekämpft werden musste, aber es war sicher gestellt, wohin der Sieg fallen würde.

Reichere und allmählich strengere Naturbetrachtung gaben am meisten die Grundlage neuer Weltanschauung. Die uns vorzüglich interessirenden inhaltsvollen zoologischen Werke jener Epoche, des Belon, Rondelet, Salviani, Gessner, Aldrovandi, lehnten sich meist gewissenhaft an Aristoteles, Plinius, die Araber an, Alles zusammenstellend, durch Neues mehrend, auch mit einigem Physiologischen und Psychologischen mischend. Sie gewannen, indem Sie die Aufmerksamkeit auf die Menge und Verschiedenartigkeit der thierischen Form und des Lebens lenkten, auf sanfte, unterhaltende Weise für das Sachliche. Schärfer fassten die anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Schriften des Vesal, des Fabricius ab Aquapendente und Andrer. Die Beschreibungen fremder Länder, die geographischen Karten bewiesen, wie arm das gewesen war, in dem man vollendet zu stehn geglaubt. Am durchschlagendsten waren die neuen Theorieen von Himmel und Erde, erst über die Veränderung der Stellung der Erdachse in den

dies geniales des Alessandro degli, Alessandri, dann über die Bahnen der Himmelskörper von Nikolaus Kopernikus 1543, und von Giordano Brunno über die Sonnennatur der Fixsterne. In Einzelnem, höchst bedeutsamen, von den Fesseln der Ueberliefrung durch mathematische Rechnung befreit, gewann man den Muth überall nach Wahrheit zu forschen. Das Galilei zugeschriebne „und doch bewegt sie sich“ wurde Losung der Zeit.

Brunno nahm auch die Antithese von Materie und Form fort. Die Materie bringt ihm die Form ihrer Erscheinung aus sich, sie ist in Wahrheit die Mutter des Lebenden. Den einheitlichen, logisch vollendeten Materialismus büsste Giordano Brunno 1600 auf dem Blumenmarkt zu Rom mit dem Feuertode.

Neue Zeit.

Nachdem für die Vorstellungen von der Natur mit dem Angelpunkte derer vom thierischen Leben und der Menschenseele durch die die Blüthe Griechenlands wiederholende Renaissance in den norditalischen Städten, freudig aufgenommen und nachhaltig gepflegt zunächst in der Schweiz und Deutschland, ein neuer Boden gewonnen war, unterlag die Durcharbeitung immer noch grossen Schwierigkeiten. In der Erziehung der Generationen hatten sich den Vorstellungen zahlreiche Schlacken angehängt, welche die grossen Geister selbst nur langsam ablösen konnten.

Das hat mitgewirkt dahin, dass die Grundfrage, ob ein monistischer Materialismus oder ein dualistischer Idealismus anzunehmen sei, theils sich nicht so rein stellte, theils deren Behandlung auch weniger bedeutsam war, als die einzelnen besonders wichtigen Vorstellungen, die jener Grundfrage gegenüber Vorfragen sein würden; mit Nutzen, denn auch heute ist es wichtiger, was von den Dingen direkt ausgesagt, als nach welchem aus der Summe andrer Erfahrung entnommenen Standpunkte das zurechtgelegt wird. Die Gesichtspunkte ändern in der Zeit Begründung und Bedeutung; je mehr eine Formel sich von den Einzelaussagen ablöst, um so bedenklicher ist es mit ihrer Dauer.

So ist in der neueren Zeit das Verdienst für einfache und logische Naturbeschreibung gewirkt zu haben, nicht überall vorzüglich den Materialisten zuzuschreiben. Man kann nicht sagen, die von Baco ausgegangne, in Hobbes und Locke entfaltete, in den französischen Materialismus überführende empirische Richtung sei bedeutsamer gewesen als die von Descartes ausgehende durch Spinoza zu Leibnitz und Kant führende idealistische.

Baco, ein eifriger Encyklopädist, war eher dilettantenhaft. Er feindete Harvey an, der den Kreislauf des Blutes bewies und 1651 in den Exercitationes de generatione animalium neben entwicklungsgeschichtlichen

Einzelheiten das Ei als die der Entwicklung fähige Substanz, die Entwicklung selbst als Epigenesis, das ist successive Gestaltung der Theile, nicht Evolutio, das ist Deutlichwerden anfänglich verhüllter, bezeichnete, eine Entdeckung auch von grösster philosophischer Tragweite. Aber Baco demonstrirte, dass die naturwissenschaftliche Methode nach Induktion zu geschehn habe: in denkender Beobachtung der Erscheinung an irgend einer Stelle, Ausdehnung auf dieselben Erscheinungen an andern Stellen mit Hervorrufung durch den Versuch und Setzen der Bedingungen, dann Aufsuchen des Gemeinsamen, des Gesetzes, der „Form" Baco's. Die Durchführung dieses auch heute, durch die Allgemeinheit fast unbewusst, der Naturforschung zu Grunde liegenden Verfahrens, blieb bei Baco noch unvollkommen und phantastisch, da er eben das unermüdlich zusammengetragne Material nicht gehörig zu ordnen und zu beherrschen vermochte. Auch klebte er an der unfruchtbaren atomistischen Vorstellung und konnte sich von der in England sehr verbreiteten Vorstellung kabbalistischer Geister nicht losmachen.

In Descartes dagegen, dem, in der Zweifelhaftigkeit alles Andern, das Denken einzig Princip der Gewissheit zu sein schien, war doch dieses Denken ein erkennendes und das deutlich Erkannte war ihm wahr; das heisst das, was wurde, wenn alle Mittel der Wahrnehmung benutzt werden, der Schein beseitigt wird. So konnte Descartes sich mit den Dingen als realen beschäftigen. Er unterschied eine absolute, unbegränzte Substanz, Gott; und abgeleitet eine ausgedehnte körperliche neben einer denkenden geistigen Substanz. Die beiden letztern stehn im Gegensatz zur unbegränzten Substanz zusammen, diese entfällt mit dem Absoluten und Unbegränzten der Beschreibung. Denken könne ohne die Attribute der ausgedehnten Substanz, Ausdehnung ohne die Attribute der denkenden Substanz vorgestellt werden. So können beide Substanzen sich ausschliessend und in Beziehung zu einander gedacht werden. Da Atome nicht vorstellbar seien, wegen immer noch denkbarer Theilbarkeit, nahm Descartes für das Verständniss der Anordnung der Substanz im Raume abgerundete Körperchen. Diese nicht als untheilbar gedacht, gestatteten gestaltliche Vorstellung; zwischen ihnen aber sollten, da der leere Raum wieder nicht vorstellbar war, die abgesplitterten Theilchen liegen. Alle Bewegung sei übertragen nach den Gesetzen des mechanischen Stosses. Gott sei die allgemeine Ursätzlichkeit ohne Unterschied des Organischen und Unorganischen; körperlose Substanz, so Anima rationalis, unbegreiflich, Anima sensitiva ein feiner Stoff. Pflanzen und Thieren, welchen Hieronimus Rorarius 1648 und Montaigne oft mehr oder gleichviel Vernunft als dem Menschen zutheilten, seien Maschinen. Im Tode fehle der Maschine nicht etwa nur die Seele, sondern die Maschine sei zerstört. Trotz idealistischen Ausgangs erfuhr durch die bessre Untersuchung der materiellen Dinge und den logischen Zusammenhang die materialistische Auffassung wesentliche Förderung, der ganze Idealismus sagt

auch eigentlich nur, dass es eine Gränze für unser Erkennungsvermögen gebe, von dieser ab fällt Alles unter gleiche Behandlung.

Der Satz vom Tode griff im dualistischen Seelenbegriff den Dualismus in der Wurzel an. Aus der oberflächlichen Erfahrung über die Unterschiede des lebenden und todten Leibes, in dem man nach Ablösung von Etwas die Form erhalten sah, entwickelte sich der Seelenbegriff und es muss für die Verallgemeinerung der Trennbarkeit der Kräfte von den Stoffen jener besondre Fall nach seiner Natur vor allem Andern wirksam gewesen sein. Die Schwierigkeit genaueren Verständnisses und vollkommnerer Beschreibung lebender Wesen veranlasste erst für diese das Ganze der Schwierigkeit in einen Begriff zu fassen; dann wurde dieses Hülfsmittel auch für andre Fälle angewendet. So kam zum Gegensatz von Seele oder Leben gegen Leib der von Kraft gegen Stoff und der von einem ergreifenden, beherrschenden, ausfüllenden Prinzip gegen die Welt, welches, zugleich die Frage des Anfangs mit begreifend, das schöpferische wurde. Das Vertauschen dieser Gegensätze hin und her wurde eine Form der Beschreibung des Einzelnen, Gottes als der Kraft, der Kraft als Gottes.

Descartes nahm, wie die physische, so auch die seelische Funktion der Organismen als Produkt mechanischer Vorgänge. Druck und Stoss bilden vom Aussendinge durch die Sinne zum Gehirn und von diesem durch Nerven und Muskelfasern eine ununterbrochene Kette nach Aussen. Die gleiche mechanische Auffassung aller Naturvorgänge war ihm wichtiger als die metaphysische Theorie, dass die Summe der Erscheinungen nur Vorstellung eines nicht materialistischen Subjekts sei. Auch mag einiges auf Vorsicht geschoben werden dürfen; Descartes arbeitete seinen Kosmos neu, um die Kopernikanische Lehre, der er anhing, wegzulassen; er gebrauchte die Formel „göttliche Schöpfung"; er erklärte der Kirche in nichts entgegen sein zu wollen.

Gegen Descartes sagte 1643 der Provenzale Gassendi, der den Epikur in bessres Licht stellte, dass man das Sein eben so gut als aus dem Denken aus jeder andern Aktion folgern könne. Damit darf aber nur verstanden werden, dass der Denkprozess für sich nicht mehr als ein andrer sei, wie dem Lichtenberg Ausdruck gab mit dem Vorschlage, zu sagen „es denkt" wie „es blitzt", wo dann die Beziehung auf das „Ich" ein praktisches Bedürfniss erfüllt; nicht aber darf geleugnet werden, dass dieser Prozess zu andern seine besondre Beziehung habe, weil durch das Denken und nur durch es alles Andre durchgehn muss, um für uns bewusst zu sein und so durch es die Schätzung aller andern Vorgänge, der Vergleich unter einander und mit dem Denken gegeben wird. Unbedeutend ist der Unterschied, dass er Atome annahm, die begrifflich aber nicht physikalisch theilbar seien. Auch die Seele bestehe aus materiellen Dingen. Für die Unkörperlichkeit des Geistes, Unsterblichkeit, Schöpfung, Gott setzte er sich nicht mit der

Religion in Widerspruch, aber im Allgemeinen bekümmerten sich die Gassendisten nicht um die selbstständige Vernunft des Descartes und blieben mit den Vorstellungen in der Erfahrung und Analogie.

Mehr als die rein philosophische war für die Entwicklung der naturwissenschaftlichen Vorstellungen die mehr praktische Richtung wirksam, welche in England mit dem vielseitigen Hobbes begann. Dieser ging schon 1631 so weit, sich die Frage zu stellen: „Welche Art von Bewegung kann es sein, welche Empfindung und Phantasie der lebenden Wesen hervorbringt?" Philosophie war ihm nur Erkenntniss der Wirkungen aus gesetzten Ursachen und Aufsuchung möglicher Ursachen für erkannte Wirkungen, nur Schluss und Rückschluss nach Analogie der Erfahrung. Schliessen aber ist nur Rechnen, auf Addiren und Subtrahiren zurückführbar. Diese Abweisung der Metaphysik aus der Naturwissenschaft, die Setzung der Logik der Thatsachen, kennzeichnet die praktische Wendung in England, welche die Naturwissenschaft und die Naturphilosophie einheitlich machte oder erhielt und für die materielle Entwicklung von grosser Bedeutung war. Man nahm an, wo nichts zu rechnen ist, nützt auch Denken nichts; was sich nicht berechnen lässt, ist Hirngespinst; ein erstes bewegendes Prinzip, Gott, ist undenkbar; das, was man nicht wissen kann, ist keine Aufgabe der Philosophie, es bleibe der Theologie.

Hobbes, indem er Körper und Substanz identifizirte, fasste die Accidentia nur als der Auffassung angehörig, im Auffassenden entstehend. Es schien ihm nur begrifflich, ob wir bei Aenderung einer Wahrnehmung einen neuen Körper annehmen wollen, da die durch Gegenbewegung nach Aussen verlegten Bilder doch nicht Gegenstände sondern aus dem Innern stammende Bewegung seien. Am exaktesten die materielle Grundlage einsetzend, gab er dem Sensualismus die richtige Bedeutung, ohne durch ihn Alles nebelhaft werden zu lassen.

Es mag zum Theil aus der innern festen Begründung eine äussere Mässigung der englischen Naturphilosophie sich herleiten lassen, zum Theil mag auch nach schweren Kämpfen in einem an sich ernsten Volke eine tiefe Empfindung der Nothwendigkeit fester Ordnung dahin gewirkt haben, dass Gottesbegriff und Religion fast über jedem Angriff standen. Einige liessen die philosophische und dogmatische Behandlung wie in der Renaissance neben einander gelten, Andre machten es sich klar, dass die Religion um des öffentlichen Nutzens Willen nicht zu beschädigen sei.

Boyle, der erste Chemiker, dem die Chemie nur Naturforschung war, gehörte zu denen, die Glauben und Wissen wirklich versöhnen zu können glaubten, vielleicht zumeist im Sinne, auch den Gläubigen naturgeschichtliche Studien annehmbar zu machen. Aus dem sich gänzlich mechanisch nach festen Gesetzen bewegenden Weltall, der Strassburger Münsteruhr vergleichbar kunstvoll, erschloss er grade den intellektuellen Urheber. Die Empe-

dokleische mechanische Teleologie, das Entstehen des Zweckmässigen aus dem Unzweckmässigen, wies er zurück; Gott gab mit der Atombewegung von Anfang an gleichmässig die Bedingung der Zweckmässigkeit; er hat auch die Macht, jene Bewegung zu modifiziren, die Kraft, die die Gesetze machte, steht über ihnen. Aber trotz des Dualismus des Schaffenden und Geschaffnen in ausdrücklicher Festhaltung, ordneten sich Leben und Seele der Mechanik unter und der Satz des Descartes, dass im Tode die Maschine zerstört sei, kam zu weitrer Ausführung. Die Wirkungen von Arzneimitteln beruhten nach Boyle nur auf der Verbindung mit den Theilen des Körpers; zahlreiches der Seele Zugeschriebnes erschien ihm als rein körperlich bedingt; die Kausalität wurde auch im Organischen möglichst veranschaulicht, die verborgenen Qualitäten mussten schwinden.

Die grösste Epoche machte Newton, indem er, nachdem 1670 Picard die Gradmessung korrigirt hatte, das von Galilei entdeckte Gesetz des Falls auf die Bewegung der Weltkörper anzuwenden vermochte. Man hatte bis dahin Anziehung und Abstossung der Atome, die nach ihrem Prinzipe jede Darstellung ausschlossen, sich gröbst sinnlich vorgestellt, durch Zängelchen u. s. w.; es fiel schwer, den Effekt ohne besondere Hülfsmittel und in die Ferne zu denken. Indem Newton ausdrücklich jegliche Vermuthung über die materielle Ursache der Anziehung aus der Betrachtung schloss und nur ein Prinzip voraussetzte, welches umgekehrt dem Quadrate der Entfernung wirke, lieferte er den Beweis, dass die Gravitation der Himmelskörper die Summe der Gravitation ihrer Massentheile sei. Ob namentlich das Prinzip Stoss oder Anziehung sei, blieb gleichgültig. Das Gesetz liess sich darauf ausdehnen, dass terrestrische Massen bis ins Kleinste hinein ebenso gravitiren und dahin verallgemeinern, dass überall die Wirkung des Ganzen nur die Summe der Wirkung der Theile sei.

An Stelle nicht zu findender Beschreibungen trat der mathematische Ausdruck, der über dem Organischen wie über dem Mechanischen zu stehn vermochte, bei dem die Grundlage gleichgültig und der für jede Form der atomistischen Vorstellung anwendbar war. Es ist also nebensächlich, dass Newton nicht alle Materie als schwer annahm, sondern zwischen die schweren Atome Theile zweiter und weitrer Ordnung eingeschoben dachte; auch dass er die Gravitation nicht als aus der Materie herrührende Anziehung sondern als zentripetale Bewegung aus empfangnen Anstössen ansah.

Indem sich das Nebensächliche abstreifte und gegen einen Theil seiner prinzipiellen Annahmen, wurde Newton durch die mathematische Konstruktion oder Gesetzesfeststellung der Begründer des Gedankens, dass ohne materielle und spirituelle Mittelglieder ein einheitliches Gesetz der Bewegung die Welt regiere. Es war damit dem Kausalitätsverhältniss eine bestimmte Form gegeben, namentlich aber gezeigt, zu wie werthvollen Ergebnissen man kommen könne durch Beobachtung und Rechnung, ohne

das verzweifelte Mittel der über die Beschreibung hinausstrebenden Erklärung. Während noch 1713 Cotes, der gegen Newton für alle Materie die Schwere zur Grundeigenschaft machte, in der zweiten Ausgabe der Principia des Newton, es diesem besonders nachrühmte, dass er Alles durch den Willen des Schöpfers, nicht nach Nothwendigkeit geschehn lasse, wurde bereits 1755, zur Zeit der populären Behandlung durch Kant, von Allen in Newton nur das mechanische Prinzip gesehn. In dem Sinne, dass Newton der Begründer einer Theorie des Entstehns und Verhaltens aller Dinge aus Nothwendigkeit kraft einer aller Materie als solcher zukommenden Eigenschaft sei, betrachteten sich die Freigeister des achtzehnten Jahrhunderts als seine Apostel.

Der Philosoph und Arzt John Locke wandte wie Hobbes seine Aufmerksamkeit auf das Zustandekommen der menschlichen Erkenntniss. Deren Quelle ist ihm die sinnliche Erfahrung, welche die einfachen, in Zusammenfassung abstrakte Vorstellungen gebenden, Ideen gewährt: Ton, Farbe, Ausdehnung, Bewegung, Widerstand. In der Fixirung durch Worte werde, weil sie willkürlich sind, die Sicherheit des Ausdrucks natürlicher Erfahrung fraglich. Ihr Gebrauch müsse durch Uebereinkunft der Willkür entzogen werden. Gegen das Angeborensein von Vorstellungen spreche der Zustand der Kinder, der Ungebildeten, der Idioten. Vom freien Willen sagt Locke: „Frei sein heisst: können, was man will; nicht: wollen können, was man will.“

Etwas später, 1704, widersprach John Toland im zweiten seiner Briefe an Serena der Gegenstellung von Kraft und Stoff unter der Ueberschrift „motion essential to matter.“ Kein Körper ist ihm in absoluter Ruhe, die innere Kraft der Materie ist die gleiche, ob sie einen Körper relativ ruhen oder sich bewegen mache. So ist Schwere Bewegung. Materie existirt für den Wahrnehmenden nur, weil Bewegung von ihr ausgeht. Das äussere Objekt wirkt mechanisch auf die Nerven, das Bild des Hasen auf den Hund der Art, dass in den Muskeln und Skelettheilen die dienlichen Bewegungen eintreten. Das All, die unabänderliche Einheit von Geist und Materie, ist ihm in sich zweckmässig, nicht nach unzähligen Versuchen so geworden.

Für die besondre Form der Bewegungen im Gehirne schien die 1660 von Huyghens aufgestellte Undulationstheorie des Lichts geeignete Vorstellungen zu bieten und Hartley, so schwer es aus theologischen Rücksichten ihm wurde, die Konsequenz des physikalischen Geschehns für das Psychische zu statuiren, führte 1749 Denken und Empfinden auf Gehirnschwingungen zurück.

Erst als die englische naturphilosophische Anschauung von den französischen Encyklopädisten, vorzüglich nach Bayle's historisch-kritischem Wörterbuch, angenommen wurde, bekam der Materialismus seinen aggressiven Charakter, der in der Rücksichtslosigkeit selbst die Aufgabe zu suchen schien,

und schnitt mit zersetzender Kritik tief in die gesellschaftliche Ordnung ein, während in Frankreich andrerseits die mathematisch kosmologische Richtung durch Maupertuis und d'Alembert zu Laplace aufstieg, der die Weltbewegung von der Frage des Schöpfers emancipirte.

Was insbesondere die Empfindung betrifft, so knüpfte Robinet 1761 an Lucrez an dahin, dass auch die Urbestandtheile der unorganischen Natur das Prinzip der Empfindung in sich trügen, und, was den Willen betrifft, an Locke, dass Jener nämlich nur die innere, subjektive, Seite in einer streng mechanischen Folge von Naturprozessen sei, welche vom Gehirne aus etwas in Bewegung setzen, während die Naturnothwendigkeit vom Subjekte nicht empfunden wird.

Dass Empfindung getrennter Atome sich zu Gesammtempfindung sollte verbinden können, gab Diderot die Vorstellung, dass die Atome ein Continuum bildeten. Bei Descartes der Untheilbarkeit beraubt, verloren sie jetzt ihr besondres Sein, um dessen Willen sie doch erdacht worden waren.

In Deutschland, auch nach der Reformation zurückgefallen in knöcherne Scholastik, gedrückt durch schwere Zeiten und erfolglose Kämpfe, fand die cartesianische Philosophie erst durch Spinoza Eingang. Allerdings wesentlich verändert, da Spinoza die Unterscheidung von Geist und Substanz nicht anerkannte. Ihm giebt es nur eine Substanz; Ausdehnung, welche genauer das körperliche Sein ist, und Denken sind ihre Attribute. Sie ist in sich und wird in sich begriffen, es bedarf keines Unterschiednen für Begreifen und Begriffenwerden. Also denkt jeder Körper und ist, wenn auch in verschiednem Grade, beseelt.

Allerdings fand schon Stosch 1696 die Seele in der Säftemischung, 1697 sagte Pankratius Wolff, die Gedanken seien Actiones nicht einer immateriellen Seele, sondern des menschlichen Körpers, in specie des Gehirn-Mechanismus. Auch gab der seit 1713 publizirte anonyme Briefwechsel über das Wesen der Seele dieser mechanischen Auffassung in Deutschland groben Ausdruck, dahin, dass die Vorstellungen durch kombinirte Bewegung der Hirnfasern, wie Worte durch Bewegung der Zunge gebildet würden. Ein solcher Vergleich, wie auch der eines neuern Schriftstellers, dass die Gedanken im Hirn sezernirt würden wie Harn in den Nieren, hat nichts Zutreffendes als dass dieses und jenes Arbeiten der bezeichneten besondern Organe sind. Jene vereinzelten materialistischen Auffassungen blieben der Menge fremd und der Boden war in Deutschland mehr für die idealistische Richtung geeignet.

In Frankreich dagegen kam der Materialismus zur bewusstesten Vollendung in de la Mettrie. 1709 geboren, also ganz in der Epoche der Buffon, Linné, Haller, wurde er als Schüler des berühmten Arztes Boerhave aufmerksam auf das Jagen der Gedanken in durch Fieber gesteigerter Blutbewegung. In dieser Bahn vorgehend versuchte er sich zuerst

mit einer Naturgeschichte der Seele. Darin war ihm Materie wohl abstrakt aber nicht konkret ohne Bewegung oder Form, so dass im Realen die Vorstellungen von Materie und Form identisch sind. Wie wir meinen, ist der Gedanke an eine Materie ohne Form durch unrichtige Anwendung der Veränderlichkeit der Form bei Gleichbleiben der andern Eigenschaften entstanden. Eine Ursache der Bewegung ausserhalb der Welt anzunehmen, meinte de la Mettrie, sei kein Grund da. Der Materie komme die Empfindung zu; dass die Thiere sich für dieselbe dem Menschen anschliessen, beweise die Erfahrung; der Möglichkeit nach müsste sie auch der nicht organisirten Materie zukommen. Wie Empfindung Eigenschaft der Materie sein könne, sei uns verschleiert, wie vieles Andre. Durch Veränderung in den Nerven werde die Empfindung der Seele zugeführt und diese erlange ihre Kenntnisse nur durch organische Einrichtungen. Sie empfinde nicht an den Stellen, wohin sie die Empfindung verlege. Es entwickelt sich nämlich aus der Empfindung in Verbindung mit weitrer, gleichzeitiger oder vorausgegangner Erfahrung die Vorstellung einer getroffnen Stelle; weil ich einen Schmerz empfinde und zugleich die berührende Nadel sehe, oder, da ich einen gleichen Schmerz empfand, sie mich berühren sah und mich dessen erinnere, übertrage ich die Schmerzempfindung auf die Nadel und die Berührungsstelle und setze das fort oder übertrage das auf Fälle, wo es gar nicht zutrifft, z. B. die in ein Bein, welches amputirt ist, verlegten Schmerzen. Ob überhaupt die Substanz der Organe empfinde, könne nur diesen, nicht dem ganzen Thiere bekannt sein. Alle Vorstellungen kämen von den Sinnen, eine Entwicklung des Geistes von innen heraus finde nicht statt; das beweise der Taubstumme, der nach Einlernung aller religiösen Ceremonieen, plötzlich das Gehör erlangend und sprechen lernend, keine Spur religiöser Vorstellungen verrieth und der Blindgeborne, der operirt Würfel undKugel nicht unterscheiden konnte. Wo sei da die Seele, die gelehrt in den Körper eindringe? Keine Sinne, keine Eindrüke: keine Ideen! Wenig Sinne, wenig Erziehung: wenig Ideen! Das Empfindende sei materiell, die Seele bilde sich mit den Organen des Leibes, wachse mit ihm, nehme mit ihm ab, theile sein Loos.

1748 ergänzte de la Mettrie das im „Homme machine“: In der Krankheit verdoppelt sich die Seele bald, bald verdunkelt sie sich, bald zerstreut sie sich in Blödsinn. Der Eine fragt, ob sein Bein im Bette sei, der Andre glaubt den Arm noch zu haben, der ihm abgeschnitten wurde. Eine grosse Leber hätte den Muth des Seneca in Zaghaftigkeit verwandelt, eine der anatomischen Untersuchung entgehende Nervenfaser den Erasmus zum Thoren gemacht; Reue, Trauer, Freude finden sich auch bei Thieren. Das Leben liegt nicht in der Seele, nicht im Ganzen, sondern in den Theilen, wie das Fortdauern desLebens in abgetrenntenStücken undReproduktion vonTheilenbeweist.*)

*) Vier Jahre zuvor hatte nämlich Trembley seine Versuche mit Zerstücklung der Süsswasserpolypen gemacht.

An solchen wirksamen Theilen ist der Mensch reicher als das Thier, komplizirter, etwa wie Vaucanson zum mechanischen Flötenbläser mehr Rädchen nöthig hatte als zur automatischen Ente.

Solche mechanischen Kunststücke, auch der schreibende Knabe und das Klavier spielende Mädchen der beiden Droz, gaben, indem sie eine oberflächliche Anlehnung an verhältnissmässig feine mechanische Leistungen gestatteten, in der Menge der mechanischen Naturauffassung mehr Verbreitung als logische Geistesarbeit.

Im ethischen Standpunkt war de la Mettrie Epikuräer: das Glück beruht auf dem Lustgefühl; Reflexion kann die Lust heben, nicht gewähren; die sinnliche, allgemeine Lust ist intensiv und kurz, die aus harmonischer Stimmung fliessende ruhig aber dauernd.

In seiner Einleitung zur Naturgeschichte der Thiere sagte Buffon fast ganz im Sinne von de la Mettrie: Welche Springfedern, Kräfte, Maschinen sind nicht in dem kleinen Theile Stoff enthalten, der den Körper eines Thieres zusammensetzt? Wie viele Verknüpfungen, Anordnungen, Ursachen, Wirkungen, Grundstoffe, die alle zum selben Ziele wirken und die wir nur durch ihre Resultate kennen, die so schwer zu begreifen sind und die nur durch die Gewohnheit, nicht auf sie zu achten, aufgehört haben, uns als Wunder zu erscheinen." Diesem Wege folgten die meisten französischen Naturphilosophen in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, wenn sie auch nicht Alle zu den letzten Konsequenzen des Materialismus vorgingen.

Da die starke Wechselwirkung zwischen der philosophischen Auffassung der Lebensvorgänge nach mechanischem Geschehn und der empirischen Forschung in Frankreich während der Revolution und in der ersten Zeit nach ihr für das Gedeihn der Naturwissenschaften sehr förderlich war, die Theorie befreiend, die Lust am Forschen mehrend, wollen wir noch sehn, wie 1770 Holbach unter Einfluss bedeutender Zeitgenossen, wie Lagrange und Diderot, den Gedanken über die Natur der Dinge Ausdruck gab:

Die Naturbetrachtung, das Suchen nach der nie schadenden Wahrheit allein kann die den Menschen von Kindheit an einengenden Vorurtheile. die allein ihn unglücklich machen, zerstreuen. Was man jenseits der Natur setzt, sind Geschöpfe der Einbildungskraft. Die moralische Existenz ist nur eine besondere Seite der physischen; die Einflüsse, nach welchen sie handelt, bei der physischen wahrnehmbar, sind bei jener durch unsere Vorurtheile verdeckt. Bildung ist Entwicklung. An den ungenügenden Begriffen ist die nicht genügende Erfahrung Schuld. In Mangel an Kenntniss hat der Mensch sich Gottheiten gebildet, ohne zu bedenken, dass die Natur nicht Willkür von Hass und Liebe, sondern nur unwandelbare Gesetze kennt. uns nur Materie und Bewegung in einer Kette von Ursache und Wirkung zeigt. Natur eines Dings ist Zusammenfassung seiner Eigenschaften; Natur im Weitern Zusammenfassung der verschiednen Einzeldinge. Natur ist

also keine Abstraktion; wenn man sagt, sie bringe etwas hervor, so heisst das nur, eine Wirkung sei das Resultat der Eigenschaften eines Wesens. Kein Körper kommt zu unserm Bewusstsein, ohne dass er Veränderungen in uns hervorbringt. Bewegung kann, wie einen Körper im Raum versetzen, so auch zwischen seinen kleinsten Theilen stattfinden, so dass wir sie durch Veränderungen am Körper wahrnehmen. Das geschieht im Wachsen der Pflanze, im Thier, in der intellektuellen Erregung im Menschen. Wir nennen eine Bewegung selbstständig, wenn ihre Ursache im Körper selbst liegt; genaue Betrachtung ergiebt, dass eine solche Selbstständigkeit nicht besteht, dass der Wille durch äussere Ursache bestimmt ist. Zwischen den drei Naturreichen findet fortwährend Austausch statt; die Elemente, welche in einem Augenblicke zu einem Thier verbunden sind, sind in einem andern Ursache seiner Auflösung. Die letzte Form der Materie, das Wesen der Stoffe ist unbekannt. Die Summe des Vorhandenen bleibt immer dieselbe.

Für die Gesetzmässigkeit des Geschehens greift Holbach auf Attraktion und Repulsion zurück. Sein heisst ihm nur sich auf individuelle Art bewegen; sich erhalten, heisst solche Bewegung mittheilen oder empfangen, welche die Fortführung der besondern Existenz bedingt. Die organisirten Wesen gewinnen diese Erhaltung, den Widerstand gegen Zerstörung durch komplizirte Mittel. Das Beharrungsvermögen der Physik ist die Eigenliebe und der Erhaltungstrieb des Moralisten. Nothwendigkeit verbindet Ursache und Wirkung in der physischen und moralischen Welt; nach ihr bewegt sich der Staub vor dem Winde, der Mensch im Kampfe einer Revolution. In den schrecklichsten Erschütterungen giebt es Nichts, was nicht verliefe, wie es muss. Der Begriff Ordnung, als des sich Darstellens in leichter Fassbarkeit, gehört nur unserm Verstehn an und vom Standpunkt des Allgemeinen giebt es weder Störungen noch Wunder. Den Begriff einer nach Zwecken verfahrenden Intelligenz und den Gegensatz des Zufalls, das ist, die von uns nicht vorausgesehne Folge, schöpfen wir aus uns. Das Ganze kann keinen Zweck haben, weil es ausser ihm nichts giebt, wonach es streben könnte. Mord oder Missgeburt, die selbst Voltaire als „ausser der Ordnung" anführte, hängen nach ihren Ursachen mit allen andern Ursachen des Weltalls nothwendig und unabänderlich zusammen und erscheinen nur so, weil wir uns eine bestimmte Vorstellung für „Ordnung" gebildet haben.

Es ist vielleicht für das Ethische hierbei nützlich anzumerken, dass durch gleichartige Empfindung und entsprechende Vorstellungsbildung und Ausdruck sich über die Verschiedenheit der Einzelnen, Raum und Zeit hinweg eine Uebereinstimmung für die Vorstellung über das Dienliche, damit Regel und Schutz gebildet hat. Rasch durch die bequemen Mittel des Ausdrucks ihren reichen Inhalt übergebend, lässt solche gewonnene Norm den Einzelnen bei wenig eigner Erfahrung die Zustände des Ganzen als Harmonie und Disharmonie empfinden. So wird die Erfahrung des Ganzen ihm

wichtiger als die persönliche und nur philosophische und politische Kinder haben das Begehren, dass keine Ordnung andres Recht habe als das durch den Kampf des Tages.

Den Gottesbegriff in jeder Form bekämpfte Holbach, in den Religionen sah er den Hauptquell menschlicher Verderbniss.

Von jenen Zeiten an sind Grundfragen und Tragweite des Materialismus dieselben geblieben. Das Einzelne passte sich den Entdeckungen oder Theorieen der Naturwissenschaften an, in welchen grade um jene Zeit durch den Prediger Priestley zu Birmingham, 1774, eine der grössten Entdeckungen, die des Sauerstoffs, gemacht wurde.

Für die Entwicklung der idealistischen Naturauffassung müssen wir zu Leibnitz zurückkehren, in dem sich bedeutende mathematische und naturwissenschaftliche Kenntnisse mit metaphysischen Vorstellungen verbanden. 1671 begann er mit Abhandlungen über die Bewegung, gemischt mit empirischen Bemerkungen über verschiednes Naturwissenschaftliche. Von 1680 ab verfasste er seine Protogäa, von der 1693 ein Entwurf, die aber erst 1749, nach Leibnitz' Tode, vollständig erschien und in der er einen ursprünglichen feuerflüssigen Zustand der Erde annahm, dann Bildung des Meers aus niedergeschlagenen Dünsten, dessen Existenz an Stellen, wo es jetzt nicht mehr ist, so im Terrain der ihm bekannten Mansfelder fossilen Fische, Erdeinstürzungen, die überdeckten, und spiritus lapidificus, der die Reste versteinerte; im Ganzen voraus den Meisten der Zeit. Endlich flocht er seine metaphysischen Gedanken in mechanische Abhandlungen und Briefe ein. So entzückt er von den Versuchen der Mathematiker war, die Natur mechanisch zu erklären, glaubte er doch für die Entwicklung der Gesetze der Natur die Annahme von Körpern als ausgedehnter Substanz im Cartesianischen Sinne nicht ausreichend, vielmehr die Anwendung des Begriffs der Kraft nothwendig. Dass er das Prinzip der Erhaltung der Kraft aussprach, eine Vollendung, sagen wir lieber als Ergänzung des zweiten Satzes des Demokritos, entzog sich der Aufmerksamkeit, bis dieses Prinzip, zu einer Zeit, die für das Verständniss seiner Bedeutung besser vorbereitet war, von Meyer und Helmholtz in bestimmtere Anwendung gebracht wurde.

Eine durch sich selbst thätige Kraft, die Vorstellung, findet Leibnitz in dem innern Prinzip der natürlichen ununterbrochnen Veränderungen, welche in den unkörperlichen, an die Stelle der Demokrit'schen körperlichen Atome gesetzten reellen, metaphysischen Einheiten, den Monaden vorgehn. Solche Vorstellung in den Monaden braucht aber nicht Bewusstsein zu sein, sondern nur Repräsentation der Vielheit in der Einheit, also Vielheit der Beziehung in Einheit der Substanz. Will man das Seele nennen, so können alle einfachen Substanzen Seele heissen; jedoch ist es zweckmässig dies Wort aufzusparen, bis die Vorstellung klarer und mit Gedächtniss verknüpft ist. Die Thätigkeit des innern Prinzips, durch welches der Uebergang

von einer Vorstellung in die andre bewirkt wird, kann man Trieb nennen. Stufen der Deutlichkeit der Vorstellung sind: als höchste, die des Bewusstseins von sich, von Gott und der ewigen Wahrheit: danach die der Wahrnehmung und des Gedächtnisses; endlich in schlafenden Monaden die blosse Repräsentation des Vielen in Einem. Dem Inhalt nach ist die Vorstellung der Monaden unbegränzt. Obwohl als untheilbar und undurchdringbar in Substanz und Accidens von Aussen nicht änderbar und unfähig einander zur Harmonie zu stimmen, sind die Monaden doch in dieser, weil so geschaffen. Aktiv ist die Monade, insofern sie deutlich erkennt und so erklärt, was in einer andern sich ereignet, passiv, insofern sie erklärt wird durch das, was in einer andern sich deutlich ereignet.

Körperliches kann aus körperlichen Monaden nicht hergeleitet werden, aber es steckt eigentlich genug davon in den Monaden von Leibnitz, der nur aphoristisch berührt, wie jenes zu denken sei. Erste Materie ist ihm Prinzip des Widerstandes: die zweite, abgeleitete, kommt daran durch die Wirkung des umgebenden Unendlichen als Phänomen zu Stande. Raum und Zeit sind nur relativ, ideal. Die organischen Körper unterscheiden sich durch eine Zentralmonade, welche über die andern, ihren Leib bildenden durch deutlichere Vorstellungen herrscht. Der organische Körper übertrifft die künstlichen Automaten dadurch, dass er ganz organisch ist; er ist Maschine bis in die kleinsten Theile, jeder Theil bis in's Unendliche getheilt ist immer noch wie ein Teich voll Fische, ein Garten voll Pflanzen und jedes Glied erlaubt wieder die gleiche Vorstellungsmannigfaltigkeit. Für die Entwicklung in der Zeit dachte Leibnitz sich ähnlich die Seelen aller Menschen und aller andern Arten die sind und sein werden von Adam an in den Vorfahren vorgebildet.

Leibnitz wollte deutlich nicht denkende und denkende Substanz, jede andre Beziehung und Erkennen der höchsten Dinge unter eine Anschauung bringen, aber er zog eher jenes zu diesem herauf. Man könnte sagen jedes Stäubchen war ihm ein Gott, nicht der Gott Staub. Weil die Consequenzen etwas verhüllt waren und weil alles Dualistische an dem Gegensatz von Kraft und Substanz bei ihm einen Anknüpfungspunkt fand, wurde die Theorie ohne den dem Materialismus geleisteten Widerstand angenommen.

Reflexionsloser finden sich wesentlich Leibnitzische Auffassungen in Christian Wolf's Schriften, 1723—1731, den „vernünftigen Gedanken von der Natur, den Absichten der natürlichen Dinge, dem Gebrauch der Theile in Menschen, Thieren und Pflanzen“ und der „Cosmologia generalis.“ Besonders tritt die teleologische Auffassung hervor, die Erfüllung mit göttlichen Absichten, die übrigens als nothwendige Folgen aus dem Wesen der Dinge, da Gott Alles gewusst habe, was aus ihnen hervorgehn werde, bezeichnet werden. Beweis wenig tiefen Eindringens ist, dass Wolf die Schwierigkeit aus immateriellen Dingen, die keine Theile haben, daran sie

sich berühren, zusammengesetzte, die Theile haben, herzustellen, zu lösen meint, indem er sagt, weil jedes einfache Ding auf eine besondere Art mit den andern zugleich sei, müsse es seinen besondern Punkt haben und da jedes mit dem andern verknüpft sei, machen viele eins aus und das Zusammengesetzte erhalte Länge, Breite und Dicke. Eine Taschenspielerei, die kaum die Unmöglichkeit auf eine andre Stelle zu setzen sich die Mühe giebt. Uebrigens war die systematische Durchführung so vollständig, wie sie vielleicht nur diejenigen zu geben vermögen, die naiv an sich selbst glauben.

Die metaphysischen Glaubensartikel von der Immateriellität der Seele und der Zweckmässigkeit der Schöpfung waren bedeutende Waffen im Kampfe gegen den Materialismus. Derselbe blieb bei der idealen Geistesströmung unbeliebt, obwohl die Gelehrten, selbst Lavater und Herder sich dem nicht verschlossen, wie tief er die Metaphysik erschüttert hatte. Der Idealismus war Hoffnung, der Materialismus Hoffnungslosigkeit. So erschien Göthe als jungem Doktor zu Strassburg 1771 Holbach's Système de la nature so grau, so kimmerisch, so todtenhaft, dass man Mühe habe seine Gegenwart auszuhalten, davor wie vor einem Gespenste schaudere; eine rechte Greisenhaftigkeit, in welcher der Verfasser, statt aus der bewegten Materie die Welt vor Augen aufzubauen, nachdem er einige allgemeine Begriffe hingepfahlt, sogleich die Natur verlasse, um das, was höher als die Natur oder als höhere Natur erscheine, zur materiellen, schweren, zwar bewegten aber doch richtungs- und gestaltlosen Natur zu verwandeln und dadurch viel gewonnen zu haben glaube*). Er hielt fest an der Göttlichkeit eines einheitlichen Wesens, erhaben über jede Vorstellung den Menschen als Welt erscheinend; ihm war Gott in der Natur. Das werden wir auch anlegen dürfen, wo es sich nicht sehr viel später um Göthe's Eigenthümlichkeiten in Auffassung speziell der organischen Schöpfung handelt. Seinem Wesen entsprach es, Gedanken aus dem Reichthum der natürlichen Dinge herauszulesen und die Gedanken zu verkörpern.

Kant's Schriften, von 1747 ab, gipfelten in der „Kritik der reinen Vernunft und der Urtheilskraft" und in den „metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft." Er unterschied zwei Arten menschlicher Urtheile, die synthetischen, in welchen das Prädikat durch das Urtheil zugetheilt, nicht schon im Begriffe des Urtheils enthalten ist, der Begriff erst in dieser Form gegeben wird; und die analytischen, in welchen das Prädikat dem im Urtheile Behandelten angehört, der Begriff durch das Urtheil analysirt wird. Man kann das umsetzen: Wenn ich etwas dem Begriffe nach einer Sache Zukommendes aussage, so analysire ich den Begriff, wenn ich aber etwas aussage, was sich in dem gegebnen Begriff noch nicht befindet, so setze ich

*) Wahrheit und Dichtung. XI. Buch.

einen zusammen. Auf Erfahrung seien synthetische Urtheile zu gründen, zu analytischen bedürfe man ihrer nicht. Zur Analyse bedarf man allerdings neuer Erfahrung nicht, aber die Bedeutung des Synthetischen und Analystischen steht für den Einzelfall in der Zeit. Was heute aus Synthese wurde, kann morgen durch Analyse dienen. Das analytische Urtheil ist ein Zurückgehen auf die synthetisch verbundenen Theile, eine Probe auf die Synthese oder eine Befestigung derselben. Aller Begriff ist synthetisch entstanden, nicht grade in uns, nicht grade jetzt. Kant nimmt synthetische Urtheile an, die von vornherein gegeben seien und eine wesentliche allgemeine Bedeutung und Nothwendigkeit hätten, welche den synthetischen Erfahrungsurtheilen abgehn. Zum Beispiel: „Alles was geschieht, hat eine Ursache;" das ist synthetisch, weil im Begriffe des Geschehns der der Ursache nicht schon liegt; oder: „In allen Veränderungen bleibt die Menge der Materie unverändert", ist synthetisch und doch ist Beides, nach Kant, a priori gegeben. Die Sinnlichkeit gebe den Anschauungen die Materie der Erscheinungen a posteriori; eine reine Form, in die das Mannigfaltige eingeordnet werden könne, sei a priori im Subjekt vorhanden. Solche aprioristische Formen der Anschauung, vom Wahrgenommenen unabhängige Funktionen der Erkenntniss seien Raum und Zeit. Kant hat das, an dessen Vorstellungsbildung Alles Theil nimmt und welches überall soweit gleich eintreten kann, dass wir uns der Zusammensetzung der Vorstellung aus einzelnem Empfundenen nicht bewusst zu werden pflegen, und des Gegensätzlichen entbehrt, als a priori gegeben als reine Form der Anschauung bezeichnet. Man sollte aber nicht das, was unsre Vorstellungsbildung begränzt, als ausser ihr gesetzt annehmen; nur das Umgränzte giebt die Gränze, die Form. Ohne im Uebrigen auf die transcendentale Logik Kant's mit den Axiomen, Anticipationen, Analogieen der Erfahrung und Kategorieen einzugehn, bemerken wir nur noch, dass ihm Natur materiell den Inbegriff aller Gegenstände der Erfahrung, formal deren Gesetzmässigkeit und wenn a priori erkannt, deren nothwendige Gesetzmässigkeit darstellt. Gesetze in der Natur könnten wir nur vermittelst der Erfahrung, aber die Gesetzmässigkeit selbst könnten wir nicht durch sie erkennen, der Verstand schreibe sie vor. Wir bilden uns jedoch den Begriff der Gesetzmässigkeit indem wir Alles, was wir erfahren haben, entscheidend annehmen für Alles, was sei; diese ideale Ergänzung beruht aber auch auf der Erfahrung aus dem Realen, welches bis dahin geschehn konnte und hat nur Berechtigung, soweit diese Begründung reicht. Für die Erklärung der spezifischen Verschiedenheit der Materie zog Kant dem mechanischen den dynamischen Weg vor, welcher jene aus der Verschiedenheit in der Verbindung der ursprünglichen Kräfte der Zurückstossung und Anziehung ableitet; daher der Name der dynamischen Richtung. Es sei, meinte er, ungereimt zu hoffen, dass ein Newton kommen könne, der für die Organismen eine mechanische Erklärung

des Ursprungs finden werde, wie für das Weltgebäude, dessen Verfassung und mechanischen Ursprung er selbst total nach Newtons Grundsätzen abzuleiten versuchte. Die Unterbreitung des Organischen überhaupt unter die Gesetze der Mechanik erschien ihm aussichtslos und das ist für die Scheidung zwischen exakten Naturwissenschaften und biologischen weithin Vielen massgebend gewesen.

Die didaktische Methode spekulativer, mystisch pantheistischer Philosophie bei Schelling und Hegel hat der zeitgenössischen Naturforschung zwar ihren Stempel aufgedrückt, aber keine Momente von bleibender Bedeutung ergeben, oder bedurfte doch dazu des Durchgangs durch neue Medien.

Als gegen 1830 die idealistische Periode altersschwach geworden war, nahm die realistische Tendenz die materialistischen Formen aus mehr oder weniger bewusster Ueberlieferung wieder auf. Die Masse des Materials machte jedoch die Arbeitstheilung überall nothwendig, und wie die Naturforscher weniger geübt in philosophischer Arbeit, Geschichte und Sprache der Philosophie, so waren die Pilosophen keineswegs mehr an der Spitze der naturwissenschaftlichen Untersuchungen im weitern Sinne des Wortes. Immerhin griffen die gesonderten Arbeiten klärend zusammen. Ludwig Feuerbach mit der Philosophie der Zukunft, welche Wahrheit, Wirklichkeit und Sinnlichkeit identifizirte, obwohl er, wie Hegel, Denken ohne Empfinden annahm, Schopenhauer, dem der Wille das einzige metaphysische Prinzip blieb, Strauss mit dem Leben Jesu und Quetelet mit dem Buche über den Menschen, welche die Präjudize wegzuschaffen bemüht waren. und andere Philosophen und Litteraten begegneten den Naturforschern, einem Lyell, der die geologischen Hypothesen auf die Ereignisse des Tages baute, Johannes Müller mit der physikalisch-physiologischen Richtung, der Schule Liebig's,*) der Stoffbildung und Stoffwechsel in lebenden Körpern bestimmter als je zuvor nach chemischen Gesetzen verfolgte und so, obwohl er die Bedeutung der Deduktion in der Forschung an die Spitze stellte und für das Verständniss des Lebens in verschiedner Form Ausdruck suchte, doch mehr als Jemand dazu beitrug, die organische Welt exakter Forschung zu unterwerfen, einem Flourens, Magendie, Longet, deren Vivisektionen die Theilbeziehungen der Nerventhätigkeit darstellten

*) Eine Aeusserung Liebig's ist: „Nichts hindert uns die Lebenskraft als eine besondre Eigenschaft zu betrachten, die gewissen Materien zukommt und wahrnehmbar wird, wenn ihre Elementartheilchen zu einer gewissen Form zusammengetreten sind.“ Eine andre: „Wenn man voraussetzt, dass die Kräfte der unorganischen Natur identisch mit denen der organischen sind, so nimmt man nothwendig an, dass alle Naturkräfte uns überhaupt bekannt, dass ihre Wirkungen ermittelt sind, dass man im Stande ist, von den Wirkungen rückwärts die Ursachen zu erschliessen und aus einander zu setzen, welchen Antheil jede einzelne an den Verrichtungen des Lebens nimmt.“

und die Seele theilbar erscheinen liessen, einem Esquirol mit der körperlich heilenden Psychiatrik, Weber mit dem Gesetze, dass Empfindungsunterschiede gleicher Art sich wie die Quotienten der zugehörigen Reize verhalten, woraus Fechner die Formel für die Stärke der Empfindung ableitete, Helmholtz mit den feinen physikalischen Untersuchungen über die Arbeit der Sinnesorgane und der leitenden Nerven und du Bois Reymond mit denen über thierische Elektrizität, den zahlreichen Untersuchern über die Gewebsbildung, über die Mechanik in der Anatomie, den Anthropologen, endlich der Wiederbelebung und Erneuerung der Transmutation und Descendenzlehre durch Charles Darwin. Nachdem noch einmal auf der Göttinger Naturforscherversammlung ein heftiger Kampf entbrannt war, gewann die Behandlung von Leben und Seele auf materialistischer Grundlage durchaus das Uebergewicht und mit dem neuen naturwissenschaftlichen Materiale gerüstet, in Moleschott's Kreislauf des Lebens, Vogt's Köhlerglauben und Wissenschaft, Büchner's Kraft und Stoff popularisirt weiteste Verbreitung.

Die Einführung von „Atomen“ in die Chemie ist nur als eine Beschreibungsform für Thatsachen zu betrachten; erst suchte Bergmann die Verschiedenheit chemischer Verwandtschaft in ihrer Gestalt, dann Dalton die Verschiedenheit in dem Gewicht, man ist sich jedoch dabei bewusst, dass Atome weder Gestalt noch Gewicht haben können.

Abschluss.

In Beziehung auf Hauptsätze philosophischer Versuche würden wir das Folgende annehmen:

Die Natur kann nur beschrieben werden. Erklärungen, Aufstellung von Kausalitäten und Zwecken, mechanische, dynamische, monistische, dualistische Systeme sind Versuche der Naturbeschreibung. Die nützlichste wird unter ihnen die sein, die in einfachster und leichtest fassbarer Weise das Vollständigste bietet.

Die Naturbeschreibung vermag nur mit Vorstellungen zu arbeiten, die Inhalt und Form aus sinnlicher Erfahrung entnehmen und muss sich dazu konventioneller Ausdrücke bedienen, sie vermag nicht über die Sinnesempfindungen hinauszugehn und hat sich den geschickten Ausdruck zu suchen.

Mit Sinnesempfindung bezeichnen wir Einwirkung auf das Centralnervensystem durch Vermittlung der Sinnesorgane. Die Natur existirt für uns nur durch Sinnesempfindung. Diese wirkt dabei als Ganzes und zerlegt. Dabei ist wichtig die Existenz und Kooperation verschiedner Arten von Sinnesorganen und die qualitative Organisation der Einzelnen. Die Einzelwirkungen können in neuer Ordnung zusammentreten. Die Auflösung und

Verbindung von durch verschiedenartige Sinnesorgane, in verschiedner Quantität und Qualität, zu verschiedner Zeit und an verschiednem Orte Durchgegangnem und wirksam Gewordnem, des Erfahrnen, nennen wir Denken. Was durch diese Anordnung als Resultat von Empfindung entsteht, heisst Vorstellung. Für die einzelnen Vorstellungen, eigentlich in konventionellem Gleichsetzen von Vorstellungen, da der Ausdruck selbst wieder Vorstellung erzeugt und vertritt, hat der Mensch als bestimmtestes Mittel Ausdrücke in Worten und Zeichen, die nichts anders als solche Vorstellungen darstellen sollen. Bei gleichen Erscheinungen für Empfindung und Ausdruck schliessen wir in Andern auf das gleiche Mittelglied der Vorstellung. Darüber hinaus finden wir Beweise gleichen Geschehns bei Handlungen, welche, ohne solche bestimmte Ausdrücke zu sein, erfahrungsmässig sich mit Denkprozessen verbinden, deren Wesen durch Ausdrücke festgestellt ist. Wir entnehmen, dass der Hund Vorstellungen über den unmittelbaren und augenblicklichen Sinneseindruck hinaus habe, dass er sich etwa vorstelle, es gehe zur Jagd, wenn sein Herr die Flinte nimmt, daraus, dass er jenen besondern Eifer zeigt, der sich mit der Jagd bei ihm verbindet. Es verknüpft sich das leicht, indem bei Kindern, Idioten, Leuten mit uns ausser Sprachgemeinschaft, die Neigung den Mangel des schärfern Ausdrucks durch Energie des unscharfen auszugleichen bemerkt wird. Der Beweis über das Einzelne der Vorstellungen geht mit der bestimmten Form des Ausdrucks verloren.

Je mehr sich das Auflösen der Empfindungen und das Wiederverbinden, das Beharren und Nachwirken ausbilden, um so mehr tritt augenblicklich und als Einheitliches die Empfindung und deren Wirkung, also die Einwirkung der Aussenwelt in der Zeit, deren spezialisirtester Theil die Sinnesempfindung ist, an Bedeutung zurück gegenüber der Nachwirkung des früher Erlittnen, das einzelne empfangne Bild gegenüber den Vorstellungen, um so mehr entfernen sich die Vorstellungen von dem, was empfangen zu haben man sich bewusst ist. Wenn auch nicht mit Mass und Waage nachweisbar, ist darin etwas dem Prinzipe der Erhaltung der Kraft Entsprechendes, nicht nur im Allgemeinen, dass eine Einwirkung jetzt oder später sich geltend machen kann, sondern auch im Einzelnen, dass der Effekt anders ist bei raschem geschlossnen Durchgehn als bei einer Gliederung und besondern geordneten Verwendung in langer Dauer. Das Auflösen des Empfangnen ist Abstrahiren. Wird auf verschiednen Stellen Gleichartiges abgelöst und zusammengestellt, so entstehn Kategorieen. Jeder Theil der Empfindung kann dazu genommen werden; so ist keiner für sich das Wesen einer Sache, er wird das nur durch Bezugnahme. Ausdrücke für Kategorieen entsprechen nicht den Einzelempfindungen; theils erfüllen sie sie nicht, theils gehen sie darüber hinaus. Vorstellbar sind Kategorieen nur als Summe von Einzelempfindungen, an denen das nicht in die Kategorie Fallende, weil vereinzelt, weniger zum Eindruck gelangt und hintangesetzt wird. Je mehr

die Kategorieen abstrakt werden, um so schwieriger ist es, sie als aus Einzelempfindungen hergestellt zu erkennen. Sie erscheinen um so mehr von solchen frei, selbstständig, a priori gegeben. Die obersten Kategorieen sind die am weitesten verbreiteten; es ist am schwersten, sich von ihnen eine bestimmte Vorstellung zu bilden, und gar nicht möglich, solche zu definiren, bei denen uns jede Gegensätzlichkeit fehlt, wie Raum und Zeit. Solche Abstraktionen sind auch Kausalität und Zweck, der Gegensatz der Bewegung zur Substanz, der Kraft zum Stoff, der Seele zum Leib, Gottes zur Welt.

Wo wir Denken erwiesen erachten, finden sich besondre Einrichtungen. Die Besonderheiten in diesen gestatten, dass wir mechanische Anordnung kleiner, sehr empfindlicher Elemente für die Zerlegung, Verbindung, Uebertragung, Aufspeicherung von Empfindungen und so die physische Thätigkeit als wesentliche Bedingung annehmen. Für die volle Entwicklung der Vorstellungsbildung, namentlich für die dabei wichtige spätere Verwendung des früher Erlebten, erscheint nicht nur die Gegenwart sondern auch das Maass dieser Theile entscheidend. Es ist nicht geboten anzunehmen, dass alle Substanz in so geordneter Weise vorstelle und denke, aber auch nicht, dass nur in so geordneter Weise gedacht werden könne. Es erscheint namentlich eine nicht proportionale Entwicklung des solche Vorgänge Zusammensetzenden, der Wahrnehmung, der Verarbeitung, des Festhaltens sehr annehmbar. Empfindung gleichgesetzt, wären vielleicht zunächst direkte Wirkung und Nachwirkung umgekehrt proportional, bei Gleichheit der letztern Zertheilung und Kombination von der Menge der in Betracht kommenden verbundnen Nervenelemente abhängig. Wie es aber nicht nöthig ist, dass jede Einwirkung auf Substanz Vorstellungen errege, so kann wohl auch die an sich dazu geeignete Einwirkung in jener Gliederung dazu ungeeignet werden. Mit den körperlichen Einrichtungen sinkt der innere Vorgang merklich, endlich fehlen die Beweise seines Stattfindens in der Funktion oder aus der Gegenwart der Organe. Wir können jedoch nicht behaupten, dass Denken nicht mehr bestehe, wo Zeichen der Empfindung, welche im Merklichwerden bestimmter so verstandner Bewegung liegen, nicht mehr erscheinen, weil unser Wahrnehmungsvermögen beschränkt ist, das Verständniss nur auf Umwegen in Schlüssen, die trügen können, zu Stande kommt, auch gar nicht nothwendig das innre Geschehn den von uns anerkannten äussern Nachweisen proportional zu sein braucht. Es fehlt uns die Abgränzung, wo Materie zu denken beginne. So wird es auch unlösbar sein, wie aus nicht empfindenden Theilen empfindende, aus nicht denkenden denkende werden, obwohl durch genauere Untersuchung mit Zerlegung des in Empfinden und Denken Geschehenden die Frage zu fördern wäre. Was hierfür und dafür, was überhaupt in Empfinden geschehe, zu sagen ist, kann nur der Erfah-

von Washington, sowie E. Behm und H. Wagner haben neulich die Zahl der Menschen auf der Erde mit 1391 Millionen angegeben.*) Wenn, wie man jetzt meint, China statt ihm zugedachter fast 500 nur 300 Millionen Einwohner hat, so soll sich das durch Indien ausgleichen, welches mit 240 Millionen ganz gleich unterschätzt worden wäre. In geographischer Verbreitung kommen unter den Säugethieren dem Menschen die hauptsächlichsten Hausthiere am nächsten. Sie haben sich mit der Kultur sehr vermehrt, ihre Zahl wird nicht so streng wie die andrer Thiere bedingt von den natürlichen Existenzbedingungen, sondern ist begünstigt durch die Vorsorge des Menschen. Ebenfalls grosse Säuger, unterliegen auch sie andrerseits der daraus resultirenden Zahlverringerung. Die Zahl der kleinern unter ihnen übertrifft an vielen Orten die der Menschen, aber im Ganzen wahrscheinlich nicht, die der grossen wohl gewiss nicht; eine genaue Statistik kann hier noch weniger gegeben werden als für den Menschen. Beispielsweise hatte Australien, welches 1786 zuerst Hausthiere einführte, 1870 über 47000000 Schafe, 4 bis 5 Millionen Rinder, 600000 Pferde auf nur 1700000 Menschen; in der argentinischen Republik hat die Provinz Buenos-Aires 45000000, die Cap-Colonie hatte 1865 10000000 Schafe, die vereinigten Staaten von Nordamerika, mit in hohem Grade viehzüchtenden Gebieten, hatten 1871 an Schafen und Schweinen nicht ganz je 32000000, bei wenig grössrer Zahl von Menschen, an Rindvieh nicht 27000000, an Pferden nicht 9000000 Stück; Preussen hatte 1873: 2278724 Pferde, 8612150 Rinder, 19624758 Schafe, 4278513 Schweine; England rund 1300000 Pferde, 6125000 Rinder, 30313000 Schafe und 2422000 Schweine**); Oesterreich 3570000 Pferde, 9600000 Rinder, 20100000 Schafe; von den kleinern Staaten bewegte sich Württemberg in den letzten Jahren zwischen 90000 und 100000 Pferden. Die 1871 in den Handel gekommne Wolle von ganz Europa sammt dem ganzen Russland, den vereinigten Staaten Nordamerikas und La Plata, Capland, Ostindien, Australien nebst Tasmanien und Neuseeland wog 1121519000 Pfund und würde, wenn man $3^1/_4$—$3^1/_2$ Pfund Wolle auf das Schaf rechnet, auf etwa 300000000 Schafe in jenen Ländern bei etwa der doppelten Anzahl von Menschen schliessen lassen. Elsner in Gronau rechnet die Wollproduktion der ganzen Erde auf 1676770000 Pfund, also etwa die Hälfte mehr. Die Summe der Pferde, Maulthiere und Esel beträgt für Deutschland, Oesterreich, England, Frankreich, Spanien, Italien, Niederlande, Skandinavien, Schweiz, Russland und die vereinigten Staaten Nordamerikas noch nicht 37000000, vielleicht ein Achtel der Einwohner. Büffel hatte Ungarn 1870: 73153 Stück. Von Kaninchen liefert Frankreich, welches an ihnen am reichsten ist, dem Pelz-

*) 1858 nach Dieterici 1283 Millionen.

**) Nach einer andern Notiz gelten diese Zahlen für 1874.

handel jährlich 6000000 Stück. Man spricht oft von unzählbaren Mengen von Ratten und Mäusen, aber sie pflegen, soweit es sich um die mit dem Menschen kosmopolitischen Arten handelt, nur dicht zu sitzen, wo dieser noch dichter sitzt, besondre Ausnahmen vorbehalten, die für das Ganze nicht in's Gewicht fallen; denn, was will es sagen, wenn man auf Howlandinsel 3300 Ratten in einem Tage, oder auf dem Schindanger von Paris zu Montfaucon in wenigen Nächten 16600 erlegte. Bei den übrigen kommt wie bei den ganz wilden Säugern die beschränktere geographische Verbreitung in's Gewicht und die grosse Zahl an einem Flecke giebt keinen weitern Massstab. Es giebt immer noch in Afrika Heerden von 40000 Springböcken, Buschböcken, Blauböcken, das ist aber das durch die Jahreszeit auf einem Weidebezirk gesammelte Material, während Hunderte von Quadratmeilen thierlos sind. Die Aleuten tödten jährlich an 3500000 Seebären, aber diese sind zu den Zwecken der Fortpflanzung an günstigen Küsten zusammengekommen; 1803 erschlug man auf einem Platze bei Unalaschka 800000 um 700000 davon wegzuwerfen. Auf die Messe von Irbit bringt man 3000000 Eichhornfelle; Canada und die vereinigten Staaten liefern jährlich 5000000 Stück Bisam; auf den Londoner Markt kamen 1788 noch 170000 Biber; in der Feldflur von Gotha erschlug man 1817 12000 Hamster; der spanische Consul musste in Charleston etwa ebenso viel Fledermäuse tödten lassen, ehe er seine Wohnung beziehen konnte. Aber jedesmal eine kurze Strecke weiter und man hat andre Arten, wenn überhaupt noch ähnlich starke Vertretung. Es möchte hiernach vielleicht keine Säugethierart den Menschen an Individuenzahl übertreffen.

Unter den Vögeln berechnete d'Audubon einen einzelnen Schwarm von Wandertauben, welcher bei Louisville am Ohio mehrere Tage zum Vorüberziehn brauchte, auf mehr als eine Billion, also fast die Zahl der Menschen auf der ganzen Erde; andre amerikanische Schriftsteller schätzten solche Schwärme auf mehr als das Doppelte. Es ist wahrscheinlich, dass die Grundlagen der Schätzung, zunächst dass auf einen Quadratyard oder 9 Quadratfuss eine Taube komme, falsch genug sind, aber selbst eine Verringerung auf ein Zehntel giebt ungeheure Summen. Uebrigens kommt auch hier das Sammeln zum Zug und die geographische Beschränkung in Betracht, denn die Wandertauben, gänzlich auf Nordamerika beschränkt, zerfallen daselbst noch in zwei Arten. Auch die Vögel, welche die Strände arktischer und antarktischer Meere bedecken und den Guano auf regenlosen Küsten und Inseln anhäufen, sind an einzelnen Plätzen nach Millionen geschätzt. Genauere Berechnungen stellen es aber schon als auffällig, wenn überhaupt richtig, hin, dass eine Million Seeschwalben auf Norderoog brüten, während an den Macquarie-Inseln die auf einmal zu Land gehenden Pinguine nur auf 40000, und die auf den Westmannsinseln jährlich ausgenommnen jungen Sturmvögel auf 20000 angenommen wurden. Die in dem ausgedehnten und lebensreichen Inselgebiete von Neuguinea, Suluarchipel, Java, Ceylon u. s. w.

gesammelten Nester der Schwalben oder Salanganen kommen jährlich auf den chinesischen Markt nur mit einigen Millionen. Von den Seevögeln, die an den steilen Küsten sitzen, sieht eben der vorbeifahrende Seemann fast jedes Stück, landeinwärts ist in der Regel nichts, die geographische Verbreitung ist gering, allermeist nicht einmal zirkumpolar, die arktische Vertretung ganz von der antarktischen, die im nördlichen stillen Meere fast ganz von der in der Nordatlantis verschieden. Gewiss sind nur wenige Vogelarten für die Individuen nach Tausenden von Millionen zu zählen, damit dem Menschen in Zahl überlegen.

Wenn für Fische von ziemlich vielen Arten sehr grosse Zahlen bekannt sind, so liegt das daran, weil grade diese hauptsächlich Fangfische und also besonders genau beobachtet sind und die Nachstellungen hauptsächlich in den Laichzeiten geschehen, wo sie manchmal für eine Art die Vernichtung der grössern Zahl oder doch eines starken Prozentsatzes der überhaupt lebenden Individuen bedeuten. Da das Meer mit seiner verschiednen Tiefe, dem Bau und Streichen der Ufer, dem Einströmen süsser Gewässer, dem wechselnden Boden ähnliche Ungleichheiten und Bedingungen zur Beschränkung geographischer Verbreitung setzt als das Land, so ist Grund genug, den grossen Zahlen einzelner Fische keine allgemeine Anwendung zu geben.

Der nordatlantische Ozean liefert, besonders von der Bank von Neufoundland, jährlich 300000000 Kabliaue. Da nach Leeuwenhoek ein Weibchen 9500000 Eier bringt, so genügen wenig Ueberlebende zur Erzeugung ausreichender Nachzucht, wenn diese während der Brut und des Wachsthums nicht zu viel Verluste hat. England und Norwegen salzen jährlich etwa 800000 Fässchen Häringe, Deutschland führte 1872 710843 mit etwa 597 Millionen Stück Inhalt ein, was nur ein kleiner Theil der Ausbeute von England und Holland zusammen war; vielleicht liefert der Ostseefang für Deutschland mehr als das. Riga packte 1840 300000 Fass Sardinen. Die norwegische Fischerei ergab nach Alfons Meinert 1871: 2684000 Zentner Häringe; 35397000 Stück Dorsche, die dort wohl identisch mit Kabliau sind; an Sej oder Köhlern 11000000 Stück; an Lachsen und Makrelen 75000 Zentner; 1000000 Hummer; 80000 Hakjäringhaie und 82194 Walrosse und Seehunde. 1870 waren der Seehunde, fast Alles Grönland- oder Sattelrobben, 85765 u d dazu kommen die für gewöhnliche Jahre auf 36000 berechneten in Dänisch-Grönland erschlagnen.

Bei niedern, essbaren, und deshalb auf die Zahlen eher als andre zu schätzenden, Seethieren sind die Zahlen ebenfalls gross. An Austern bringt der Kanal jährlich 2000000000, New-York braucht 3000000000, in beiden Fällen gewiss nur ein kleiner Bruchtheil der Individuen der vielleicht für die beiden von einander so weit entfernten Küsten der Atlantis zu trennenden Arten, da doch jedes Stück mindestens 3—4 Jahre zählen muss, bevor es marktfähig wird. Belfast lieferte 1855: 400 Tonnen, also 800000

Pfund Strandschnecken nach London, das wären über 100000000. Von grossen zur Cameenschneiderei gebrauchten Helmschnecken kamen nach Liverpool aus Indien in einem Jahre 300000 Stück und von den als Geld dienenden kleinen Kaurischneckenschalen 300 Tonnen oder 600000 Pfund. Viele Millionen Individuen einer Holothurie, Seewalze, Hunderttausende von Zentnern wiegend, gehn aus indisch-australischen Meeren alljährlich nach China.

Weit grösser werden die Zahlen sehr kleiner Seebewohner. Im Magen eines Härings, des vielleicht zahlreichsten Fisches, fanden sich 60 Garneelkrebse, die Nahrung etwa eines halben Tages; theilen wir das auf 6 Arten und rechnen wir, dass 5000 Millionen Häringe sich damit zu füttern hätten, für Garneelkrebse aber alle Jahr dreimal Nachkommen kämen, so müssten von jeder Art 6 · Billionen vorhanden sein, um jene Anzahl Häringe zu füttern. Müssen es nicht auch hunderte Millionen von Sandwürmern sein, die, wenn die Fluth einige hundert Fuss zurücktritt, längs einer Meile Küste nach der andern ihre Häufchen gehoben haben, und decken nicht vielleicht hundertmal zahlreicher die kleinen Röhrenwürmer jeden Stein und jedes Algenblatt, oder Seepocken jeden Fels in spülender Brandung, und wieder hundertmal mehr die Thiere krustiger Bryozoen, Eschara und Flustra, deren bei Flustra carbacea 1800 auf einem Quadratzoll, etwa hundert Millionen auf den Wänden einer Stube Raum hätten, Alles, was unter Meer liegt. Sowerby fand 20—30000 englische Quadratmeilen Meeresoberfläche grün von kleinen Krebsen. Ihre Zahl schien ihm so gross, dass alle Menschen der Erde, von Beginn der jüdischen Zeitrechnung an, daran zu zählen gehabt haben würden, Tausende von Milliarden Milliarden.

Auch die an der Luft lebenden Insekten können sehr zahlreich werden.

Wenn in Baiern dermalen 200000 Joch Wald vom Borkenkäfer sich zerstört erweisen und man auf einem Quadratfuss Rinde deren etwa 500 findet, so dürften, wenn man auch nur einen Theil der Zerstörung auf das laufende Jahr rechnet, mindestens hunderttausende von Millionen Käfern gleichzeitig im bairischen Walde an jener Zerstörung gearbeitet haben. So füllen auch zu Myriaden Mosquitos erst als Larven die schlammigen Gewässer und dann die Luft sumpfiger Gegenden. Heuschreckenschwärme, die ganze Provinzen ausfressen, wie grade jetzt in Nebraska und den Territorien der vereinigten Staaten, das in einigen Monaten wegnehmend, was die regelmässige Speise von Millionen Menschen, Rindern, Schafen gewesen sein würde, müssen nach ähnlichen Zahlen gerechnet werden. Eine Termitenkönigin legt bis zu 80000 Eier in einem Tage, setzt das Monate lang fort und füllt den sich hoch thürmenden Bau mit Millionen ihrer Kinder. Und solche Bauten stehen wie die Hütten eines zerstreuten Dorfes in Menge einander nahe. Auch unter den Insekten nehmen die von Menschen gehegten

einen vorzüglichen Rang ein. Preussen hatte 1873 1453764 Bienenstöcke, rechnet man für den Stock nur 25000 Einwohner, so wären das etwa 36 Milliarden Bienen. Der Economista d'Italia hat für 1873 die Seidenproduktion der Erde auf 8470000 Kilogramm berechnet, davon je über drei Millionen aus China und ebensoviel aus Italien. Für ein Kilogramm Seide braucht man 8500 Räupchen. Es waren also in Pflege des Menschen 72 Milliarden Exemplare von Bombyx Mori, und davon in Italien sechs und zwanzig. Was aus Central-Asien an Seide nicht in den Welthandel kommt, dürfte unbeachtet sein.

Mit den Hausthieren vermehren sich zuweilen deren Parasiten zu sehr hohen Zahlen. Eine trächtige Krätzmilbe kann in 10 Wochen eine Nachzucht von 150000 Stück liefern. Träfe eine Infektion in dieser Art eine Heerde Schafe von 500 Stück gleichmässig, indem die Krätze nach Ansteckung einiger Thiere ein viertel Jahr unbeachtet blieb, so würden sich in einem einzigen Stalle vielleicht 75 Millionen Milben finden. Ein Mensch kann in einem halben Pfunde Schweinefleisch hunderttausend Muskeltrichinen geniessen und es erzeugen sich, da muthmasslich unter diesen 50000 Weibchen je 2000 Junge produziren, wenn eine Trichinenepidemie in solcher Gestalt 300 Menschen umfasst, aus einem oder zwei Schweinen eines Metzgerladens in 8—10 Wochen 30 Milliarden neue Muskeltrichinen. Nach Spencer Cobbold's Berechnung produzirt ein aus dem Ei hervorgegangnes Individuum von Taenia echinococcus vermittelst der zunächst geschehnden Bildung von Theilstücken und Geschlechtsthätigkeit dieser 150 Millionen Eier.

Neben sehr grossen Zahlen stehen kleine und sehr kleine. Selbst in grösseren Festlandgebieten und auf Inseln von beträchtlichem Umfang wie Borneo, Sumatra, Java ist die Individuenzahl grösserer Säuger, der Elephanten, Nashörner, Giraffen, Löwen, Gorillas, Orangs, Faulthiere, Ameisenfresser, Bären und dergleichen wegen der in der Regel ziemlich engen geographischen Einschränkung und dazu dem zerstreuten Vorkommen in den Wohnsitzen eine nur mässige. Einige Formen sind dabei durch die Veränderung der Gunst und Ungunst für ihre Existenz vorzüglich durch den Menschen dem Verschwinden nahe. Vom Alpensteinbock am Monte Rosa giebt es wohl kaum einige Hundert, vom europäischen Bison gab es 1873 im Walde von Bialowicza noch 528 und mit denen im Quellgebiet des Kuban im Kaukasus, oder auch den in den Wäldern des Fürsten Pless oder unter ähnlichen Umständen gehegten zusammen höchstens einige Tausend. Viel leichter treten kleine Zahlen ein, wo das Meer, im vollkommensten Abschluss, kleine Inseln oder Inselgruppen fern von Festländern Vögeln, Säugern, Reptilien, Schnecken, Insekten als einzigen Wohnplatz anweist. Dann begegnen wir zuletzt namentlich flugschwachen Vögeln, die nur in wenig Stücken bekannt geworden und selbst, was später zu berühren ist, unter den Augen des Menschen vernichtet worden sind.

Von Durchschnittszahlen, so dass man aus dem Produkte der Artenmenge mit Individuen das Gesammtleben auf der Erde, in Luft und Wasser, dann etwa mit Berechnung von Masse und Umsatz den Gesammtstoffwechsel an Thieren bestimmen könnte, ist hiernach nicht zu reden. Man mag sagen dürfen, dass die Individuenzahl sehr selten unter Tausenden, selten unter Millionen, sehr häufig Hunderte und oft genug Tausende von Millionen betrage.

Es ist als Prinzip aufgestellt worden, im grossen Ganzen bleibe die Individuenzahl einer Art gleich, weil die aus der Fruchtbarkeit hervorgehende Vermehrung durch die Gegenwirkung der beschränkenden äussern Umstände ziemlich gleichmässig regulirt werde. Das ist betont worden wegen der Verwendung für die Transmutationslehre. Es wäre vielleicht ein bessres Prinzip dahin zu stellen, dass die Arten eine sehr ungleiche Schwankung in der Individuenzahl haben und ertragen, welche das Produkt aus der Fruchtbarkeit und den äussern Verhältnissen ist, wobei aber im Einzelfalle für die Fruchtbarkeit selbst die äussern Verhältnisse ein direkt mitwirkender Faktor sind. Jedenfalls sind kolossale Schwankungen in der Individuenzahl vorhanden. In gewissen Jahresperioden sind viele Arten durch Erzeugung der Brut tausendfach, einige millionenfach so reich als in andern.

Dafür wären Beispiele wie in fremden Ländern die Termiten, so bei uns die Wespen, die im September so ungemein zahlreich, dann bis auf wenige befruchtete Weibchen wegsterben, Blattläuse und andre; wenn auch gemässigt gilt das doch auch für höhere Thiere; eine Feldflur hat im Herbst leicht zehnmal so viel Mäuse, als bei Winters Ausgang. War aber der Winter günstig, so kann ein Jahr im Ganzen gegen andre auffällig grosse Zahlen bieten. Dann tritt allerdings die Regulirung durch äussere Umstände, stärker progressive Entwicklung oder Beiziehung offner und versteckter Feinde, gewöhnlich rasch ein.

Wenn die Menge am offenbarsten wird, ist nicht immer die Zahl am grössten. Man findet an einem schönen Tage die Oberfläche einer Meeresstrecke fast steif von Firolaschnecken, am nächsten wenige, am dritten nur zerfetzte Ueberreste. Jene Individuen sind wirklich vernichtet, aber hundertfach findet sich ihre Zahl in Eiern und winzigen Embryonen mehr in der Tiefe. Die Menge organischer Substanz, in dieser Thierart angesammelt, ist allerdings dann zunächst geringer; sie mehrt sich wieder trotz der Dezimirung durch nachstellende Feinde. Aber auch dieses Setzen der Vermehrung an Stelle des Wachsthums geschieht so ungleichmässig, dass wir, wie keine Gesammtmasse der vertretnen organischen Substanz bestimmen, so auch keine Relation zwischen solcher Masse und der Individuenzahl aufstellen können. Könnte man sich von den Individuenzahlen, den Massen, dem Umsatz auch nur annähernd rechnungsmässige Vorstellungen bilden, so möchten sich daraus bestimmte Beziehungen zu dem periodischen Gange der

Zufuhr von Licht und Wärme, also von den letzten Effekten zu den ersten Ursachen des Lebens herstellen lassen.

Wie gross die Zahl der Thierarten sei, anzugeben, stösst ausser auf äussre auch auf innre Schwierigkeiten. Nachdem wir mehr als hundert Jahre eines rapiden Anschwellens dieser Zahl durch Zusammentragen aus allen Ländern und genauere Vergleichung gehabt haben, so dass die Beschreibungen in der Litteratur fast unübersehbar wurden und die Aufgabe, selbst in kleinern Gruppen wirklich Alles zusammenzurechnen, kaum ausführbar erschien, hat ein Rückschlag begonnen, tief begründet, aber für die Zählung noch übler. Das früher deutlich in Arten Getrennte zeigt soviel vermittelnde Glieder, dass man, statt die Zahl der Arten zu vermehren, sie durch Zusammenwerfen und Einziehen verringern kann.

Es handelt sich also zu untersuchen, nicht wie viele Arten die Natur hat, da dafür nach allen Richtungen die Grundlagen unvollkommen sein würden, sondern wie viele Sonderungen nach Eigenschaften, nach jetzigem Stande der Beschreibung zulässig erscheinen. Wie sehr diese Unterscheidungen in wenig Jahrzehnten sich vermehrt haben, lehrt eine Zusammenstellung mit einer Zeitdifferenz von nur 60 Jahren wie sie Oken machte:

Zahl der Arten: 1767 bei Linné:		
		1832 bei Bonaparte:
Säuger:	221,	1149
Vögel:	904,	4109
Amphibien:	215,	1270
Fische:	467,	3586
		1832 bei Schreibers:
Arthropoden:	2981,	31500
		1827 bei Blainville u. 1819 bei Rudolphi:
Würmer im Sinne Linné's:	156,	1486
		1832 bei Schmidt:
Schalthiere:	841,	4548
		1829 bei Eschscholtz u. 1816 bei Lamarck:
Quallen und Polypen (im alten Sinne):	193,	812
		1832 bei Ehrenberg:
Infusorien:	21,	410
	5999	48870

Die Befürchtung der Ungenauigkeit, welche damals schon geäussert werden musste, ist heute viel grösser. Annähernd dürften jetzt von Säugern etwa 2500 Arten, ebensoviel Reptile und Amphibien, je an Vögeln und Fischen fast 12000*), zusammen 28000 Wirbelthiere beschrieben sein.

*) Der Ichthyologe Günther fasst die Fische auf etwa 8000 zusammen.

An Schalthieren besass Smithsonian Institution in Washington schon 1865 60000 Arten. 1869 gaben Gemminger und Harold an, dass 80000 Käfer beschrieben und in den Sammlungen weitre 40000 Arten noch unbeschrieben aufbewahrt seien. Von Tagschmetterlingen waren 1860 etwa 3000 bekannt; England hat bei 65 Tagschmetterlingen dreissigmal so viel Nachtschmetterlingsarten; nimmt man an, es seien alle Tagschmetterlinge bekannt und im Durchschnitt das Verhältniss der Nachtschmetterlinge nur halb so stark, so gäbe das 48000 Arten von Schmetterlingen. Die andern Klassen der Insekten kommen nicht alle gleich hoch in Betracht, aber, für Insekten überhaupt 200000 Arten zu rechnen, ist auf alle Fälle sehr mässig; das Berliner Museum besitzt fast die Hälfte. Während Isidore Geoffroy St. Hilaire 1860 von im Ganzen 140000 Thierspecies spricht, ist, da zu Obigem zahlreiche Krebse, Spinnenthiere, Tausendfüsse, Würmer, Echinodermen, Coelenteraten, Schwämme und Infusorien kommen, sicher 300000 zu wenig. Was heute noch zu hoffen ist, hat die Reise von Louis Agassiz am Amazonenstrom bewiesen. Der berühmte Forscher fand in 7 Monaten dort 2000 Arten Fische; in dem See von Hyannary bei Mañaos, welcher einige hundert Quadratmeter misst, 200 Arten, mehr als in ganz Europa bekannt sind. Dabei handelt es sich nicht um nur für die Zählung zu Betrachtendes; grade jene Beobachtungen sind berufen wesentlich neues Licht auf Entwicklung und Verwandtschaft der Fische zu werfen. Bleeker hat 1100 neue Fischarten aus Indien beschrieben. Die Vogelarten wurden unerwartet bereichert aus Costa rica, Guatemala, der tibetanischen Hochebene, Celebes. An niedern Thieren ist noch gewaltiger Zuwachs zu erwarten, und selbst von sehr grossen, wie Walfischen, Tapiren sind neuerdings weitre Arten entdeckt worden.

Die täglich vermehrten Funde fossiler Thierreste, werden bald die lebenden als den kleinern Theil der bekannten Arten erscheinen lassen. Obwohl die daraus gewonnene Geschichte vergangner Perioden wie aus vereinzelten Blättern eines zerrissnen grossen Buches abgelesen werden muss, ergiebt sich doch schon für ziemlich jede Zeit, in welcher organische Welt bestand, ein ähnlich interessantes und meist ein ähnlich reiches Material, wie in dem, was heute lebt; dabei mit Verschiedenheiten im Grössern und Kleinern, die wissenschaftlich den heute wahrgenommenen an sich gleich bedeutend, durch die so gewonnene Mannigfaltigkeit und den mit ihnen eingebrachten Faktor der Zeit bedeutsamer werden. Das auf diesem Wege zu Gewinnende ist für die Grundlehren vom thierischen Leben von entscheidender Wichtigkeit.

Dabei hat jede thierische Individualität nicht allein eine Aussenseite sondern eine bis in das Innerste und die kleinsten Theile besondre und beachtenswerthe Gestaltung. Auch ist Jedes nicht in eine Beschreibung zu fassen, es bietet nicht ein einmaliges Bild, zu einer Zeit sein ganzes Wesen, sondern es macht verschiedene Stadien durch, deren Gestalten und Funk-

tionen sehr verschieden sein können. Selbst das fertig Erscheinende trägt fortwährend weniger merkliche Veränderungen in sich. Alles das mehrt und erschwert die zoologischen Aufgaben, aber zuletzt bereichert und klärt es sie.

Es giebt also Thiere in ungezählten Millionen von Einzelwesen je für 300000 und mehr lebende Arten, jedes äusserlich und innerlich reich an zu unterscheidenden Eigenschaften, diese jeden Tag anders.

Buffon hatte noch das Vertrauen, die Thiere, welche zu seiner Zeit bekannt waren, ohne eine systematische Anordnung beschreiben zu können, indem er, das Einzelne möglichst vollständig behandelnd, von den uns bekanntesten und nächsten zu immer fernern Formen fortschritt. Selbst Buffon blieb dem nicht ganz treu und zu gleicher Zeit hatte Linné schon ein festes System eingeführt.

Allein wegen jenes Reichthums der Materie wäre heute eine andre Beschreibung nicht durchführbar, als eine solche, bei der in geschickter Vergleichung reichlichst Begriffe für das Uebereinstimmende gebildet werden und die nach diesen und den erübrigenden Verschiedenheiten gliedert. Dem soll das System mit seinen Abstraktionen als letzten, kürzesten Ausdrücken dienen, die Einzelbeschreibung mit dem kleinsten Maass von Mitteln leistend in Eintragung in das, was mit Andern gemein ist. Wenn das System so eine besondre Sprache darstellt, so gestattet es wegen seiner induktiven Herstellung, Lücken in der Erfahrung mit grosser Wahrscheinlichkeit richtigen Schliessens deduktiv auszufüllen.

Da die Vergleichspunkte nur Abstraktionen sein können und zugleich immer aus der Erfahrung stammen, so besteht kein vollkommner Gegensatz zwischen Systemen als künstlichen, analytischen, und natürlichen, synthetischen. Ein System kann nicht ganz von Aussen in die Dinge, die es behandelt, getragen sein, es würde in diesem Falle jeder Anwendbarkeit entbehren, nicht einmal ein System hierfür scheinen; die Objekte machen das System. Ebenso wenig kann ein System die Natur vollkommen decken, die ganze Erfahrung an den Dingen enthalten, es würde dann überhaupt kein System mehr, es würde die ausführliche Beschreibung sein. Jene Ausdrücke künstlich und natürlich bezeichnen also nur den verschiednen Grad der Rechenschaft, welche man den vorhandnen Eigenschaften getragen hat. Man könnte zunächst sagen, dass ein künstliches System auf zu wenige, ein natürliches auf eine ausreichende Menge von Eigenschaften begründet sei. In solcher ausreichender betrachteter Menge von Eigenschaften aber besteht regelmässig ein stärkerer Zusammenhang einzelner und in einem solchen Komplex treten wieder einige als leitende hervor. So kann ein natürliches System auf vereinzelte Eigenschaften begründet werden, wenn diese solche leitende sind, und dadurch ebenso scharfen Ausdruck gewinnen und so knapp werden als in künstliches, sich von ihm nicht mehr durch die Zahl der berücksichtig-

ten Eigenschaften sondern deren Qualität auszeichnend. Bei den niedersten Vergleichungen können einzelne Eigenschaften, welche erfahrungsmässig eine geringe Festigkeit haben, als Farbe, absolute Grösse und relative der Theile, einem natürlichen System vollkommen dienen, während sie auf die obern Eintheilungen angewandt, als zu Wenigem Rechenschaft tragend und keinen Schlüssel für Andres bildend, den Vortheil der Kategorieen nicht erfüllen, künstlich erscheinen würden und verworfen werden müssten.

Vergleichspunkte ergiebt zuerst die äussre Gestaltung, sowohl in der Gesammterscheinung zum Vergleich mit Danebenstehendem, als in der Anordnung der Theile, welche gewisse Grundzüge für die Gesammterscheinung des Einzelnen bedingt. Im Ganzen nennen wir die Gestaltbeschreibung Morphologie, für die Theilanordnung im Besondern wohl auch Merologie.

Das, was sich aus Untersuchung durch Zergliederung ergiebt, ist vom Vorigen eigentlich nur ein Theil. Es werden dabei nicht nur ganze Körpertheile erst sichtbar, sondern es wird auch die Beziehung solcher zu einander klar, so dass einige als in einem gewissen Zusammenhange, in einer Zugehörigkeit oder gestaltlichen Verwandtschaft stehend sich ergeben, von der äusserlich nichts zu erkennen war. Das auf diese Weise Erforschte nennt man Anatomie, in Erweitrung und im Gegensatz zur menschlichen Zergliederung: Zootomie oder in Bezugnahme auf jene: vergleichende Anatomie. Diese kann die zusammenwirkenden Theile, die Organe der Körper in Ganzen oder Gröbern als Organologie behandeln, oder die in sich gleichartigen, unter einander verschiednen, zur Bildung jener sich verbindenden, Elemente, sei es zur Einzelbetrachtung, sei es in der Vereinigung zu Geweben und in der Zusammenlegung solcher, als Histologie, aufsuchen und beschreiben.

Eine dritte Reihe von Vergleichspunkten ergeben die Verschiedenheiten des Bau's in den Entwicklungsstufen des Einzelnen. Der ältere Name Embryologie umfasst der Wortbedeutung nach nur den verborgen liegenden Theil der Entwicklung. Da es darüber hinaus Metamorphosen giebt und es für die Veränderungen nicht grade das Bedeutendste ist, ob sie während des Aufenthalts im mütterlichen Körper und im Ei, oder im freien Leben geschehen, vielmehr eine Zusammenfassung aller entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge nützlich erscheint, so mag für eine solche der von Häckel gewählte Ausdruck „Ontogenese" angenommen werden. Alles in der Entwicklung sich bietende Gestaltliche ist selbstredend morphologischer, merologischer, anatomischer, histologischer Behandlung fähig. Die letz te Gestalt, der letzt gegebne Bau ist ihr Abschluss.

Die vierte Reihe der Vergleichspunkte giebt die Untersuchung der von thierischen Körpern geleisteten Arbeit. Diese ist das Ergebniss der Beschaffenheit an äussrer Gestalt, Gliedrung, innerm Bau, geweblicher Grund-

lage bis zur chemischen Qualität, in Wechselwirkung mit der Aussenwelt, in Summe das Leben. Während die vorigen Untersuchungen bis zu gewisser Gränze ohne Schaden für die Ergebnisse auch noch geführt werden konnten, nachdem jene Wechselwirkung in ihrer Ordnung nicht mehr geschah, das Leben geflohen war, am todten Leibe, hat hier die Untersuchung grade den geordneten Lebensgang in's Auge zu fassen. Diese physiologischen Beschreibungen hängen übrigens der Natur des zu Beschreibenden nach auf das Innigste mit dem Vorigen zusammen und vervollständigen sich mit ihm, da die Leistung die Folge und der Ausdruck der Einzelbeschaffenheit und Zusammenordnung ist.

Die fünfte Reihe, die Hineinziehung untergegangner Formen, erhebt uns über das Besondre der gegenwärtigen Schöpfungsepoche. Sie geschieht nach allen vorher gedachten Richtungen, soweit die Umstände es gestatten. Meist beschränkend, haben diese doch erlaubt, wie die äussre Form, so auch innern Bau, Entwicklungsstufen, selbst Gewebsbeschaffenheit und geleistete Arbeit zu erkennen, und so den vier Betrachtungsweisen lebender Thiere mehr oder weniger ausgedehnte Parallelreihen für untergegangne anzuschliessen. Häckel hat, um einer besondern Beziehung zwischen einer hieraus gefolgerten Entwicklung der organischen Welt in der Zeit und der Ontogenie, dem, wie er meint, wichtigsten biogenetischen Grundgesetz, Ausdruck zu geben, jene durch die Paläontologie nachzuweisende Entwicklung Phylogenie, Stammesentwicklung, genannt.

Als eine sechste Reihe von Vergleichen sind solche anzusehn, welche sich aus dem vom Gewöhnlichen Abweichenden ergeben. Wegen des hierbei vorzüglich Auffallenden pflegt man das die Lehre von den Missbildungen, Missgeburten, Wundern, Teratologie zu nennen. Eigentlich sollte hier die ganze Lehre von der Veränderlichkeit behandelt werden, von den Veränderungen, die auch nur vorübergehend sind, den Erkrankungen, wie sie Pathologie und pathologische Anatomie beschreiben, durch die geringen eine gesunde Lebensthätigkeit nicht ausschliessenden, den Artbegriff abschwächenden, Variationen bis zu jenen auffälligen zum Leben unfähigen, oder doch zu den normalen Leistungen auffallend weniger befähigten Extremen. Dass das wieder parallele Reihen zu dem in frühern Rubriken Gebrachten bildet, ist ersichtlich. Solche Vergleichungen geben bedeutende Resultate. Wie ein Thier dem Verständniss eines andern dient, so kann ein kranker Organismus, ein krankes Gewebe ein Schlüssel für das Verständniss des Gesunden oder eines andern Kranken sein; die Veränderlichkeit kann das ferner Stehende vermitteln. Grade für die Veränderlichkeit im Feinern, wie sie in nicht sehr bestimmten Vorstellungen augenblicklich bestimmend auf die Anschauungen der Meisten einwirkt, die genauern Wege aufzusuchen, ist ein unsrer Disziplin zunächst Aufliegendes, damit es ge-

linge, jene nicht nur vermittelst Wahrscheinlichkeiten, sondern in immer klarern Zügen als die Mutter von Allem in Gestaltung und Leistung hinzustellen.

Die letzten einfachen Bestandtheile.

Aeussre Form.

Im Vergleiche der Theile thierischer Körper unterschied Aristoteles einfache, welche bei Zerstücklung gleichartige Theile, ὁμοιομερῆ, haben, wie Muskelfleisch, und zusammengesetzte, welche in ἀνομοιομερῆ zerfallen, wie eine Hand, ein Antlitz. Stellen die letztern ein Abgeschlossnes dar, so heissen sie Glieder. Alle ἀνομοιομερῆ sind aus ὁμοιομερῆ gebildet, so die Hand aus Fleisch, Sehnen und Knochen. Die Aufstellung gleichartiger Theile des Aristoteles würde, wenn auch die Zusammenstellungen besser und die Beschreibungen gründlicher wären, doch kaum als Anfang der Histologie anzusehn sein, indem die verglichnen Theile im jetzigen Sinne eher Organe als Gewebe sind. Nur, wenn es sich trifft, dass Organe aus nur einer Art von Gewebe bestehn, wie Haare, Borsten, Stacheln, Federn, Schuppen der Reptilien, welche Oberhautbildungen Aristoteles ganz passend zusammengestellt hat, handelt es sich um gleichartige Gewebe nach heutigem Wortbegriffe. Die Nomenklatur der gleichartigen Theile wurde von den Organen entnommen, von denen sie herstammen: Knochen, Knorpel, Horn. Aehnlich verhielt es sich mit den Partes similares und dissimilares des Galenus. Auch als die Kenntniss anatomischen Bau's vorzüglich durch italienische Anatomen beträchtliche Fortschritte machte und eine grosse Anzahl mikroskopischer Beobachtungen hinzu kam, blieb zunächst die Gewebelehre noch in sehr rohen Anfängen stecken.

Als Albrecht von Haller, ein Schweizer und längere Zeit Professor in Göttingen, 1756 gewissen Fasern im Körper besondre Leistungen zuschrieb, einigen die Irritabilität, die Fähigkeit sich auf Reizungen zu verkürzen, andern die Sensibilität, die Fähigkeit, Reize zur Kenntniss der Seele zu bringen, und Irritabilität und Sensibilität Schlagwörter wurden, gab das der Untersuchung der feinern Körpertheile, Membranen, Fasern, eine vermehrte Bedeutung. Indem weiter Pinel, ein berühmter französischer Arzt, beobachtete, dass im Körper Häute von einerlei Bau auch bei räumlicher Trennung dieselben Erkrankungsweisen haben, wurde, wie eine gewisse physiologische, so auch eine pathologische Energie bestimmbare und verwerthbare Gewebseigenschaft. An solches anknüpfend übertraf die ana-

omie générale von Franz Xaver Bichat 1801 als Gewebelehre das bis dahin Geleistete durch Reichthum des Inhalts wie systematische Ordnung. Die grosse damals Frankreich beseelende Energie kam mit dem Begehren, die Beziehung der Eigenschaften als Ursachen zu den Erscheinungen als Wirkungen klar zu stellen, wie für Buffon unter den Aeltern für die ganze Natur, für Cuvier im ersten Bande der Fortschritte in den Naturwissenschaften für das Lebendige überhaupt, so für Bichat in seiner besondern Disziplin zur Geltung. Die Ausführung blieb freilich weit hinter dem kühnen Grundgedanken zurück, sie war eine pedantische Beschreibung nach den verschiednen Rücksichten ohne Klarheit leitender Motive, ohne Verständniss für die Bedeutung der beschriebnen Eigenschaften. Die ein und zwanzig unterschiednen Gewebsarten, in zwei Gruppen als allgemeine und besondre Organe, sind zum Theil noch Organe, zum Theil Gewebszusammensetzungen, Systeme; die Erkenntniss des Wesentlichen, in sich Gleichartigen, ist keineswegs vollendet. Der hauptsächlichste Erfolg war die Einführung methodischer Behandlung. Dadurch wurde die Histologie von jener Zeit ab eine regelmässige, ihr Material zusammennehmende Wissenschaft. Physikalische, chemische, mikroskopische Untersuchungen, immer feiner ausgebildet, bewiesen mehr und mehr, dass gewisse Form und Beschaffenheit sich mit gewisser Leistungsfähigkeit deckten.

Die formale Identität von Substraten lebendiger Körper trat besonders in bestimmten kleinsten in die Zusammensetzung eintretenden Elementen hervor, welche als die an letzter Stelle wirksamen Theile erschienen. Einige der bedeutsamsten von ihnen hatten schon zu den ersten mikroskopischen Entdeckungen des siebzehnten Jahrhunderts gehört und damals auch wohl die atomistischen Vorstellungen gestützt. Zuerst sah man solche, die in Flüssigkeiten schwimmen. 1658 beobachtete Swammerdam die rothen Blutkörperchen des Frosches; das wurde erst lange nach seinem in Armuth und Melancholie erfolgten Tode und als mehrere Andre ähnliche Beobachtungen gemacht hatten, bekannt. Der grosse Anatom Malpighi, dem auch die Gewebe der Pflanzen gut bekannt waren, war unterdess zu Bologna 1661 den Blutkörperchen des Igels begegnet, die er aber für im Mesenterium, Gekröse, von einer Stelle zur andern geführte Fettkügelchen hielt. 1673 kam als dritter mit denen des Menschen Anton von Leeuwenhoek, der, erst Beschliesser der Rathskammer zu Delft, sich die Gläser zu den mikroskopischen Untersuchungen selbst schliff, damals ein Haupttheil der mikroskopischen Arbeit. 1684 wies er die allgemeine Verbreitung solcher Elemente bei Säugern, Vögeln, Amphibien, Fischen nach und die Verschiedenheit nach Gestalt, nämlich nach runder, die er nicht für scheibenförmig sondern für kuglig ansah, und ovaler. Seine Abbildungen zeigen auch schon bei

Fig. 1.

Blutkörperchen von Fischen nach Leeuwenhoek.

Fischen einen Kern in diesen Körperchen. Solche waren ihm so interessant und geläufig, dass er nach ihnen die Grösse andrer „globuli" in den thierischen Geweben bemass, wie er ihre Verhältnisse mit $^1/_{100}$ Sandkörnchen, die gestreckter mikroskopischer Körper dagegen nach Menschenhaaren und als letzter Instanz nach der Grösse der Erde bestimmte. Nach Entdeckung von spiessförmigen Fasern in der Krystalllinse des menschlichen Auges dachte er sich auch die Blutkörperchen zusammengesetzt aus solchen, wie er es nannte, salinischen Theilen. Das bedeutet bei ihm nicht das, was es heute sagen will, sondern das Wesentliche, Substantielle, wie er in den Essigälchen das Salz des Essigs sah. Jene Körperchen mussten alle Theile des Körpers in sich enthalten, da sie alle ergänzen. Die „Ondekte Onsigtbaarheden" oder „Arcana naturae" dieses eigenartigen Gelehrten enthalten ferner beispielsweise Beobachtungen über Hefezellen, Knochengewebe und Zahnbau, Fasern und Ganglienzellen des Gehirns, Fasern des nervus opticus, quergestreifte Muskelfasern, Haarbau, Fortpflanzung der Aale, junge Embryonen höhrer und niedrer Thiere, Pflanzengewebe und Entwicklung aus Samen, Krystallographisches; auch Mittheilungen über Eingeweidewürmer, Läuse, Honigthau, endlich über die spätern Infusionsthierchen, animalcula und pisciculi, deren massenhafte Vermehrung in stehendem Wasser er beobachtete.

Noch mehr Epoche machte dabei die Entdeckung geformter und beweglicher Elemente im thierischen Samen, erst 1677 durch den Studenten Hamm aus Stettin, dann von 1679 an bei den verschiedensten Thieren durch Leeuwenhoek, der sie von verschiednen abbildete, in die Tuben der Hündinnen verfolgte, im Hoden und Samenleiter aufsuchte, im Milch der Fische wieder erkannte und den Hoden ausschliesslich die Bestimmung vindizirte, jene „animalcula" zu erzeugen und aufzubewahren. Man war allerdings weit entfernt, solche als letzte Gewebselemente anzusehn. Man setzte vielmehr in sie nicht nur potential, sondern glaubte körperlich in ihnen gegeben, einen kleinen Organismus, den zukünftigen Embryo in Gestalt eines kleinen Männchens.*) Die Beschreibung der Metamorphose

*) Auch Leeuwenhoek theilte die Meinung von der durch die gleiche Benennung ausgedrückten Vergleichbarkeit pflanzlichen und thierischen Samens und hatte seine besondern Studien über die Entwicklung der Pflanze aus jenem. Ihm wird der thierische Samen auch ausgesät, das animalculum ist ihm ein Samenkorn. Er sagt: „Sed mihi videtur, si sequentia solum in rei fidem allegentur, sufficere ea posse ad probandum, ex solo masculino semine fructum prodire, feminam vero instar naturae agri fructum tantum fovere, alere atque augere." und später: „Progeneratio animalis, ex animalculo in seminibus masculis, ex hac experientia, omni exceptione major est: nam etiamsi in animalculo ex semine masculo, unde ortum est, figuram animalis conspicere nequeamus, attamen satis superque certi essere possumus, figuram animalis, ex qua animal ortum est, in animalculo, quod in semine masculo reperitur, conclusam jacere sive esse. Wie er also in dem Samenkorn die Keimblätt-

der Insekten und Frösche durch Swammerdam, die des bebrüteten Hühnchens durch Fabricius ab Aquapendente, Leeuwenhoek's Entwicklung der Läuse und Andres hatten so viel unter Hüllen verborgnes Organisirte gezeigt, dass bis das „Wie" des Werdens deutlicher untersucht wurde, die alte Theorie des Hippokrates alles Werdende sei im Gegebnen vorgebildet und brauche nur aus den Hüllen gelöst zu werden, zunächst lag.

Fig. 2.

Samenfaden des Hundes nach Leeuwenhoek.

Bald fand man die vereinzelten Elemente der Lymphe, des Speichels und Eiters und untersuchte die festen zusammengesetzten Gewebe mit gewissen Voreingenommenheiten. Jeder wünschte zu einer einheitlichen Anschauung über die Grundelemente zu kommen und nach dem ihm bedeutsam Gewordnen wählte er eine der zwei hauptsächlichsten Richtungen. Boerhave und Haller mit Rücksicht auf Nervenfäden und Muskelfasern, nahmen Zusammensetzung aller Gewebe aus Fasern, Swammerdam, Leeuwenhoek, Hewson, Trembley, in seiner berühmten Untersuchung über den grünen Süsswasserpolypen, mehr die Kügelchen als Elemente an. Mit Rücksicht auf Durchgängigkeit bei der Ernährung wurde aus der Vorstellung von Fasern bei Fontana, Treviranus, Fohmann die von hohlen Röhren und ähnlich aus der von Kügelchen die von Blasen oder Zellen. Eine Vorstellung dahin hatte schon Swammerdam gehabt, da er den Inhalt der Froschblutkörper flüssig zu sehn meinte, und den Titel von Zellen, cells oder boxes hatte Hooke 1667 für Pflanzengewebe angewandt. 1794 gaben ihn Gallini und Platner auch bei Thieren, in deren Entwicklungsgeschichte übrigens schon dreissig Jahre früher C. F. Wolff mikroskopische Bläschen als die Elementartheile bezeichnet hatte, aus denen die Keimblätter sich aufbauten.

chen, das Bild des zukünftigen Baums, sah, glaubte er es nur an der geringen Grösse des Samenfadens gelegen, dass man nicht Kopf, Arme und Beine des zukünftigen Thieres sehe. Hartsoeker bildete im Essay de dioptrique 1694 im Kopf des Samenfadens ein hockendes Männchen zierlich ab. Endlich sagt Leeuwenhoek: „Animam viventem in animalculo existentem non transire in particulas ovi, statuo et confirmo; sed particulas ovi transire ad vivens animalculum — ita ut anima illa vivens in animalculo existens, quod mediante membro virili in matricem usque productum sive infusum est, in matrice ad nullum aliud corpus transeat; — worauf in dem Geschlecht der einzelnen animalcula die Ursache des Geschlechts des jungen Thierkeimes gesucht wird. Doch nahm er es übel, als Bontekoe sagte, nach Leeuwenhoek sei der menschliche Same voll von Knäblein: ein Apfel sei kein Baum.

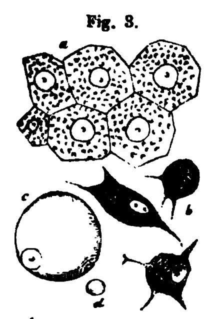
Wenn die Vorstellung der letzten Gewebselemente der Thiere als Bläschen oder Zellen gut den Beobachtungen der Pflanzen sich anschloss, so gab sie durch die besondre Form auch eine schickliche Handhabe für oberflächliche Erklärung der Lebensvorgänge auf einem verschwommenen, allgemein mathematisch naturwissenschaftlichen Grunde. In der Ueberzeugung von der Vorzüglichkeit der Ziele hat die Naturphilosophie sich gar zu leicht für die Mittel und Wege an das „voluisse sat est" gehalten. So sagte Oken 1831 in seiner Naturphilosophie: „Vom Punkte und der kleinsten Kugel, dem Urschleim, entsteht dann durch die Differenzirung der Peripherie, Oxydation, das Bläschen. Das schleimige Urbläschen heisst Infusorium. Jedes hat eine Triplizität der Pole: Ernährung, Verdauung, Athmung. Die Organismen sind eine Synthesis von Infusorien." So Heusinger in seiner Histologie 1822: „Als Ausdruck des gleichen Kampfes zwischen Kontraktion und Expansion stellt sich die Kugel dar, daher sind alle Organismen ursprünglich Kugeln gewesen. Bei stärkerer Spannung der Kräfte geht aus der oft nur scheinbar homogenen Kugel die Blase hervor. Wo im Organismus Kugeln und gestaltlose Masse sich finden, da reihen sie sich an einander und bilden Fasern; wo sich Blasen an einander reihen, da entstehen Gefässe. Aber auch realistischere Behandlung bemächtigte sich des Gegenstands im dritten und vierten Jahrzehend des Jahrhunderts und indem man einerseits thierische Zellen nach verschiednen Kategorieen, Keimbläschen, Blutkörperchen, Fettzellen, klassifizirte, bahnte man andrerseits eine grössere Ausdehnung des Begriffs, ein bessres Verständniss der Individualität dieser Gebilde und den Vergleich für die ganze organische Natur an. In der Zusammenfassung seiner verschiednen Abhandlungen erklärte Dutrochet 1837 nach Untersuchungen an Speicheldrüsen und Gehirn der Mollusken die Gewebe, auch die flüssigen, für Agglomerate von Zellen. Im selben Jahre zeigte Turpin, dass die Körperchen, welche Donné, auch der Entdecker der Milchkügelchen, in Scheidenausflüssen gefunden hatte, Zellen seien, die er nach Organisation und individuellem Leben ganz mit denen der Pflanzen verglich. Auch zeigte Henle das pflanzenähnliche Zunehmen äusserer Epithelialzellen im Vergleiche zu untern Schichten. Brown hatte 1831 in Pflanzenzellen den Kern nachgewiesen und 1837 hatte Schleiden ihn mit dem Titel des Cytoblasten als granulöse Koagulation um kleine Körnchen entstehend, der Zelle vorhergehend gefunden, die sich als feines Bläschen uhrglasartig auf ihm abhebe; Valentin fand den Kern auch in Nervenzellen und Pigmentzellen der Thiere und war bei sehr vielen Eigenschaften der „Kugeln" thierischer Gewebe von den Aehnlichkeiten mit dem zelligen Gewebe der Pflanzen überrascht worden. 1827 hatte von Baer nachgewiesen, dass allen Wirbelthieren wenigstens in der Entwicklung ein Organ zukomme, um

welches sich später die Axe des Skelets aufbaut, die Rückensaite, chorda dorsalis; in dieser erklärte Johannes Müller die Zellen ganz besonders den Pflanzenzellen ähnlich. Auch mit dem Wesen der Eierstockeier war man in den Einzelheiten in diesen Jahren so gut bekannt geworden, dass man die Elemente der Pflanzenzelle in ihnen wiederfand. Quatrefages und Dumortier sahen die Entstehung junger Zellen in alten bei den Embryonen von Süsswasserschnecken und Valentin in Krebsgeschwülsten.

Diesen bis dahin mehr vereinzelten Beobachtungen, die bereits auf die Pflanzenähnlichkeit thierischer Gewebe in Gestalt und Ernährung hinwiesen, gab Schwann in Berlin 1838 durch eine vorläufige Notiz und 1839 durch sein vortreffliches Buch „Mikroskopische Studien über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Pflanzen" generelle Zusammenfassung und Ergänzung durch Untersuchungen vorzüglich an Embryonen. Nach Schwann ist die Zelle der identische Ausdruck der letzten Formelemente für alle pflanzlichen und thierischen Gebilde, fertige wie werdende. Sie entsteht nach Schwann im Anschluss an Schleiden in strukturlosem oder feinkörnigem Zellbildungsstoff, Cytoblastem, und erscheint entweder von Anfang an als hohles Bläschen, kernlos, oder bildet sich um einen Zellkern oder Anfang von Zellkern. Als kernlos erschienen bei Thieren vor der Hand die jungen Zellen innerhalb der alten der chorda, die der Dottersubstanz des Vogelei's, die im Schleimblatt der Keimhaut desselben und einige der Krystalllinse. Letztere bildete Schwann auch ab. Der Kern wurde als um ein, vielleicht zuweilen um mehrere Kernkörperchen sich bildend gedacht, die Hülle schlage sich um diese nieder. Indem die Hülle sich durch Wachsthum ausdehne, entferne sie sich vom Kern, so dass dieser nur an einer Stelle der Wand anliegend bleibe. Der Zwischenraum fülle sich mit Flüssigkeit, dem Zellinhalt und jetzt erst werde jene eine unterschiedne Membran, deren Bildung übrigens bei vielen Zellen gar nicht evident werde. Der Zellinhalt, erst nachträglich eingetreten, erschien von sekundärer Bedeutung. Man sieht, dass Schwann selbst sich der Ausnahmen für seine Lehre, nach welcher im Prinzip den Zellen Hülle, Inhalt, Kern zugetheilt wurde, nicht unbewusst war. Entweder sollten Zellen den ganzen Organismus bilden: Eier der Pflanzen und Thiere, einzellige Pflanzen u. s. w.; oder sie konstituiren einen solchen durch Verbindung zu Geweben. Die letztern wurden nach Verhalten der Zellen zu einander, Selbstständigkeit oder Verschmelzung, und Form der erlittnen Veränderungen eingetheilt. Gegen die Meinung, dass die Verschiedenheit physiologischer Bedeutung eines Organs auf der der Elementartheile beruhe, behauptete Schwann, dass die Moleküle in der organischen Natur sich überall nach denselben Gesetzen zusammenlegten.

Die letzten Gewebselemente kamen so formal unter einen Ausdruck, der bestimmt, einheitlich und wirksam war. Auch war es wichtig, dass Schwann sich die Ernährung von dem Gefässsystem und dem Nervensystem nur so weit abhängig dachte, als sich durch diese Verschiedenheiten in der Vertheilung der ernährenden Flüssigkeiten ergaben. Im Uebrigen ernähre die Zelle sich selbst. So kam in der neuen „Zellentheorie", wie Schwann es nannte, die Selbstständigkeit wie schon früher der pflanzlichen, so auch der thierischen Zelle, nicht blos im Ei, sondern in den Geweben gegenüber dem einheitlichen Lebensbegriff zur Geltung mit grossem Einfluss auf die philosophische Auffassung. Die Theorie wurde von J. Müller und Henle alsbald auf die pathologischen Prozesse und bald auf alle Thiergruppen angewandt.

Fig. 3.



Zellen nach der Darstellung von Schwann. a. Eine Schicht aus dem serösen Blatt der Keimhaut des Hühnereis. b. Drei Zellen aus der Gallerte zwischen Chorion und Amnion vom Embryo des Schweins. Die punktirten Umrisse der Zellen lassen keine Hülle erkennen. c. Eine gekernte Zelle aus der Krystalllinse vom Embryo des Schweins. d. Eine kernlose ebendaher.

Während Johannes Müller, an Kant anschliessend, im Lehrbuche der Physiologie die Ursache der Existenz für die Theile eines lebenden Körpers im Ganzen erachtete, was ja auch in gewissem Sinne durchaus zutreffend war und bleibt, wurde jetzt mehr die andre Seite vorgestellt. So sagte Virchow 1849 in seinen Einheitsbestrebungen in der Medizin: „Die bestimmte Form, an welche das Leben gebunden ist, und ohne die es ebensowenig manifestirt ist, als die Eigenschaften des krystallisirten Körpers ohne die bestimmte Form zur vollen Erscheinung kommen, ist die Zelle, ein Gebilde, das aus zwei in einander geschachtelten Bläschen von verschiedner chemischer Beschaffenheit besteht. Die Zelle, als die einfachste Form der Lebensäusserung, welche doch den Gedanken des Lebens vollständig repräsentirt, ist die organische Einheit, das theilbare lebendige Eine. Darin kommt alles Lebende überein, dass es von der Zelle ausgeht, nicht blos die einzelligen Pflanzen, das einzellige Thier, sondern auch die vollendetste Pflanze, das höchst entwickelte Thier, der Mensch, von der einfachen Zelle, der Eizelle ihren Anfang nehmen."

Die Zelle trat mit den von Schwann gegebnen Attributen, die eigentlich von Pflanze und Ei übernommen waren, für Alles in fast unbestrittne Herrschaft, mehr als das Schwann's eigne Einzelmittheilungen begründeten. Man hätte sich geschämt, das allgemein Behauptete nicht zu finden. Physikalisches und chemisches Verhalten, Gestaltdifferenzen, Kerne, Kernkörperchen, sonstiger Inhalt, Moleküle, Granulirungen wurden zum Ermüden abgehandelt, die vollkommne Zelle in Geweben, welche sich schwer nach Zellzusammensetzung auffassen lassen wollten, eifrig gesucht.

Neben der Schwierigkeit, die Entstehung mancher Gewebe aus solchen Bildungselementen nachzuweisen und der, welche aus der verschiedenartigen, oft von der Grundform sehr abweichenden und schwer darauf zurückzuführenden Gestalt mancher derartiger Elemente entstand, wurde es bald auch für die wirklich deutlichen Elemente zweifelhaft, wie weit die Einzelheiten der Theorie Schwann's anwendbar seien. Am häufigsten war schwer der Beweis einer membranartig gesonderten Zellhaut; zuweilen fehlte auch der Kern; es wurden also unsicher die beiden Organe der Zelle, welche allein die „metabolische Kraft“, die Fähigkeit den Bildungsstoff zu verändern, besitzen sollten. Auch fand die Theorie von der Entstehung der Zellen frei im Blastem, Bildungssafte, durch Aggregation von Molekülen, fast bei Niemand Bestätigung. Die Bildung von Zellen in Zellen, die endogene, im Ei 1840 von Reichert, allgemeiner von Kölliker behauptet, wurde 1855 von Remak mit dem Satze „Omnis cellula e cellula“ festgestellt. Fr. Arnold hatte immer an der Kügelchentheorie festgehalten, aber die Einzelheiten seiner Darstellung waren nicht hinlänglich zutreffend gewesen.

Mehr durch stillschweigendes Zugeständniss erschien so die Lehre Schwann's dahin modifizirt, dass man bei den thierischen Geweben überall von gewissen Grundelementen auszugehn habe, die jedoch nicht nothwendig das gegebne morphologische Schema ganz erfüllten, dass man, wenn man fortfahre, diese Zellen zu nennen, sich die Hülle nicht als eine Blase gegenüber einer eingefüllten Flüssigkeit, sondern nur als in verschiednem Grade modifizirte Zellsubstanz denken dürfe. 1859 sprach Leydig bestimmt aus, dass bei den thierischen Zellen nicht immer eine vom Inhalt verschiedne Membran vorhanden sei.

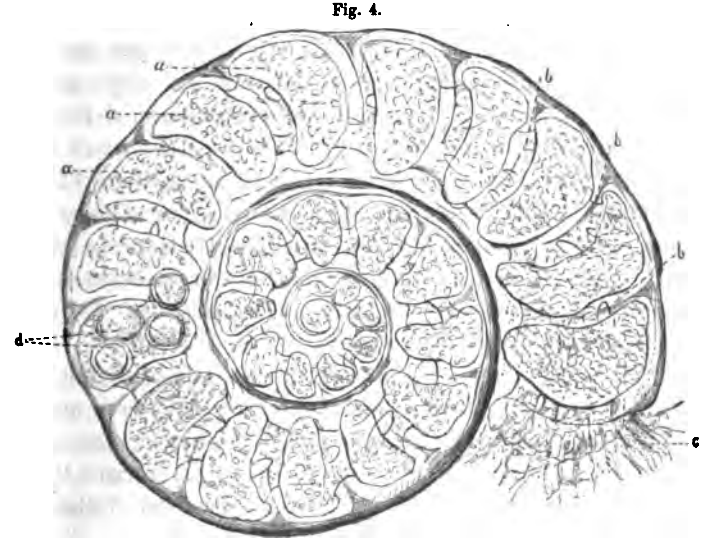
Ascherson ahmte 1840 Zellen nach, indem er Eiweiss mit Oel mischte; die Oeltröpfchen umgeben sich mit einer Eiweissschicht, welche er Haptogenmembran nannte. Wittich zeigte, dass dabei zur Verseifung von etwas Fett Alkali von der dem Oel zunächst liegenden Eiweissschicht entnommen und so eine Gränzschicht des Eiweisströpfchens unlöslich, membranartig wird. Darum, dass man das Chemische erkannt hat, den Vorgang aus dem Vitalen zu verweisen, wäre nicht gerechtfertigt. Die ganze Frage, wie Zellhäute entstehn, bekam einen geringern Werth, wenn die Bildung der Zelle aus Aggregation von Molekülen aufgegeben und die Zellhaut prinzipiell ihrer Bedeutung entkleidet wurde. Praktisch behält sie diese aber, namentlich in der Botanik, doch. So sind die Darstellungen von künstlichen Zellhäuten, welche, endosmotisch arbeitend, ein Wachsthum der Pseudozellen gestatten, was die von Ascherson nicht thaten, durch M. Traube 1867 für das Verständniss der Arbeit der Zellen durchaus nicht ohne Interesse. Auf den Satz von Graham, dass kolloide unkrystallisirbare Körper unfähig sind, durch kolloide Membranen zu diffundiren, bildete Traube auf einem Tropfen, durch längeres Kochen für sich der Ge-

rinnbarkeit beraubter, Leimlösung eine Gerinnung, indem er ihn in Gerbsäure brachte, oder umgekehrt, und hinderte so die weitere Wechselwirkung zwischen den beiden Flüssigkeiten, während das Diffundiren von Wasser und von verschiednen Lösungen krystallisirender Körper möglich blieb. Seine „Pseudozelle“ konnte durch diosmotische Aufnahme sich blähen, wachsen. Theoretisch wurden die Erfahrungen über Diffussion dabei dahin ausgedehnt und so ausgedrückt, dass Niederschlagsmembranen nicht nur für die Membranbildner sondern für alle Körper undurchgängig seien, deren Moleküle grösser seien als die Interstitien der Membran. Die physiologische Endosmose des Wachsthums trat damit unter ein allgemeines Gesetz.

Fast gleichzeitig mit Fesstellung des Begriffs und der Bedeutung der Zelle durch Schwann waren Beobachtungen lebendiger thierischer Substanz gemacht worden, welche die an eine Zelle gestellten Bedingungen nicht verhüllten sondern gar nicht erfüllten und eine ausdrücklichere Modifikation der Zellentheorie nöthig machten.

Von den italienischen Naturforschern, zuerst Beccari 1729, dann Bianchi (Plancus) von 1739 und Soldani von 1780 an, waren winzige vielkammrige Kalkschalen, sei es in Sandlagen Norditaliens, sei es im Küstensande des adriatischen Meers, welchen sie bei Rimini fast allein bil-

Fig. 4.



Nonionina, eine nautiloide helikostege Polythalamie, von Palmaria bei Spezia, etwa 150 Mal vergrössert. a. a. a. Protoplasmatische Inhaltsportionen einzelner Kammern. b. b. b. Verbindungsstränge zwischen solchen Portionen durch die durchlöcherten Kammerscheidewände. c. Aus der letzten Kammer austretendes und sich netzförmig ausbreitendes Protoplasma. d. Eier? oder Fortpflanzungskugeln in einer dünnen eignen Schale, von Grösse der Anfangskammer der Mutter. Die Plasmaportion der nachfolgenden Kammer ist plötzlich dürftiger statt zunehmend und mit der die Eier enthaltenden nur durch einen einzelnen Plasmastrang, statt durch mehrere, verbunden: eine Minderung des eigenen Wachsthums oder der Produktionsmenge in ungeschlechtlicher Vermehrung bei Lieferung von selbstständigen Fortpflanzungsprodukten.

den, beobachtet worden und hatten, indem sie theils als junge Ammoniten angesehn, theils wenigstens zu dieser Thiergruppe gestellt wurden, dazu gedient, die ungewöhnliche Kammerbildung letzterer in Beziehung zu jetziger Schöpfung zu setzen und sie als Wesen, die wirklich gelebt hätten, nicht als Naturspiele, verstehn zu lassen. 1827 hatte d'Orbigny sie immer noch neben den Ammoniten und Nautilen gelassen, welche ihm wegen des ihre Kammern durchsetzenden Rohrs Polythalamia siphonophora waren und ihnen wegen der siebförmigen Durchlöcherung der Schalen den Namen Polythalamia foraminifera gegeben. Der Bau ihres weichen Leibes blieb bis 1835 ganz unverstanden. Von diesem Jahre ab widmete diesem Felix Dujardin mehrere Arbeiten und fand eine unerwartete Einfachheit. Da er auch einkammrige und endlich schalenlose fand oder einreihte, wurde wegen der aus der Substanz oft und viel weiter als um den Körperdurchmesser vortretenden faserförmigen, beweglichen, zusammenfliessenden Fäden der Name Wurzelfüsser, „Rhizopoda", eingeführt. Dass diese sich dem Zellbegriff nicht fügten, stand eigentlich schon fest, bevor Schwann ihn begründete.

Dujardin fand an ihnen keine Organe, nur eine Substanz, die er in seinen spätern Arbeiten als nichtzellig bezeichnete und Sarkode nannte.

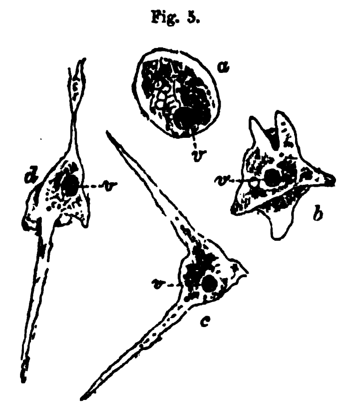
In den Schriften über die Organisation der Infusionsthierchen, welche diesen Namen wegen der Entwicklung im auf Pflanzen geschütteten Wasser 1763 von Ledermüller und 1765 von Wrisberg den der animalcula infusoria erhalten hatten, charakterisirte Dujardin von 1838 an und so in dem grössern Infusorienwerke 1841 diese Substanz, indem er erwähnte, dass sie frühern Naturforschern, Gleichen, O. Müller, Lamarck bekannt gewesen, genauer. Er glaubte sie sehr verbreitet bei niedern Thieren, hielt mit ihr identisch die bei Wasserzusatz aus Geweben der Eingeweidewürmer austretenden Tropfen und dachte den Schwamm Halisarca als ganz aus ihr gebildet, wodurch dieser für Verständniss der Organisation und Eintheilung der Schwämme besonders bedeutsam wurde; allerdings 1857 von Lieberkühn als höher organisirt erwiesen.

Dujardin gab seiner zweiten Ordnung der Infusorien mit den Familien der Amibiens und Rhizopodes den Charakter „infusoires pourvus d'expansions variables". Die Amöben, von ἀμείβω wechseln, ἀμοιβή die Veränderung, im Sumpfwasser gemein, waren schon im vorigen Jahrhundert von Rösel und O. Müller beobachtet, erst wegen der Vielgestalt Proteus, von Ehrenberg Amöba benannt worden. Man verglich ihre veränderliche Formumgränzung mit der eines Klümpchens Teig oder Leim oder eines Tropfens Oel auf dem Wasser. Die Sarkode in diesen Wesen war nach Dujardin homogen, elastisch, kontraktil, durchscheinend, etwas stärker lichtbrechend als Wasser, weniger als Oel, unlösbar aber zersetzbar durch Wasser, gerinnend durch Salpetersäure, Alkohol, Wärme, weniger

löslich in Pottasche als Eiweiss, ohne alle Organisation noch Anschein von Zellen, ohne äussre und innre Membranen noch Fasern; sie umschloss mit Flüssigkeit gefüllte Hohlräume, sogenannte Vakuolen.

Es war dabei bestimmte Tendenz, die Theorie von Ehrenberg zurückzuweisen, dass die Organisation höhrer Thiere sich bei den kleinsten Organismen wiederhole und, wo man vielleicht die Organe nicht sähe, das auf unsre Unvollkommenheit geschoben und das Vorhandensein aus Analogie erschlossen werden dürfe. In seinem grossen Kupferwerke über „die Infusionsthierchen als vollkommne Organismen“ 1838 fand Ehrenberg in seinen Infusoria polygastrica, neben denen die Räderthiere, fast nur formal beigeordnet, als besondre Klasse behandelt werden, die höhern Gruppen der Trematoden, Planarien, Quallen, Räderthiere, Turbellarien, Nematoden, Naiden, Mollusken, Insekten, Fische repräsentirt. Seine Absicht war, die durchgreifende Organisation mikroskopischer Formen übersichtlich zu machen. Das führte ihn zu Deutungen über das Ziel hinaus. In zahlreichen Angriffen gegen sein Prinzip ist für das, was Ehrenberg geleistet, für die allerdings zu überwindende Stufe, auf welche er die Infusorienkunde hob, etwas zu wenig Anerkennung geblieben. Die fortschreitende Wissenschaft ist nicht grade barmherzig.

Fig. 5.



Amöben des süssen Wassers, etwa 300 Mal vergrössert. a. Ganz ruhend, sehr mit Nahrung gefüllt. b. Formveränderlich mit Vorstreckung plumper Fortsätze. c. und d. Immer weniger Nahrungsmaterial enthaltend und in immer mannigfaltigerer Beweglichkeit. Alle Figuren haben bei v. die kontraktile Blase, Vakuole.

Dujardin's Entdeckung gab dem Stoffe in der organischen Substanz die wesentliche Bedeutung ohne Rücksicht auf besondre Gestalt, Aufbau von Organen, selbst im Kleinsten, in den geformten histologischen Grundlagen und an ihnen. In diesem Sinne hauptsächlich wurden die sich anschliessenden Untersuchungen verwerthet. Dieselben trafen einmal Beschaffenheit und Verbreitung so einfacher und doch Lebenserscheinungen leistender Substanz in selbstständigem Vorkommen, dann das Verständniss der schematisirten Zelle von diesem neuen Standpunkt. Die Grundsubstanz der Zelle, bisher, als nachträglich eingetreten, gering geachtet, etwa nur für die Ernährung bedeutsam angesehn, musste auch in der Zelle und den Zellzusammensetzungen zu grössrer Rolle befähigt erscheinen, da Substanz ohne Zellorganisation, ohne Membran und Kern, anderweit eine solche hatte.

1845 gab Hugo von Mohl der im Pflanzenreich alle Neubildung einleitenden, stickstoffhaltigen, zähflüssigen, quellbaren, ihr Imbibitionsvermögen unter äussern Einflüssen ändernden, äusserlich formveränderlichen,

innerlich an feinen Theilchen Ströme zeigenden Substanz den Namen „Protoplasma.“*) Dieses sondert sich in Klumpen, die sich zu Kugeln runden, und bildet äusserlich eine verdichtete hautartige Schicht, Primordialschlauch von Mohl's, Hautschicht des schon in Zellen eingeschlossnen Protoplasmas bei Pringsheim. Eine scharf abgegränzte Haut ist das nicht. In Pflanzen bilden solche Klumpen Protoplasma schliesslich stets noch eine elastische Membran auf sich aus. Diese, welche grade den Vorstellungen der Zellmembran von Schleiden und Schwann zu Grunde gelegen hatte, ergab sich als ein sekundäres Produkt. Bei allen höhern und den meisten niedern Pflanzen bildet sich im Protoplasma auch ein Kern. Die Bildungsgeschichte ist also eine andre als Schwann angenommen; die Zellmasse, ein Klumpen Materie an der Rinde verdichtet, aber ohne gesonderte Hülle und Kern, erschien als das Anfängliche und Hauptsächliche, Kern und Wand als nachträglich gebildet.

Bald wurde erkannt, dass Sarkode der Thiere und Protoplasma der Pflanzen wesentlich übereinstimmten. Von Botanikern sprachen sich Cohn 1850 in den Nachträgen zur Naturgeschichte des Protococcus pluvialis, der dem Blutregen zu Grunde liegenden Pflanze, und Unger 1855 dafür aus.

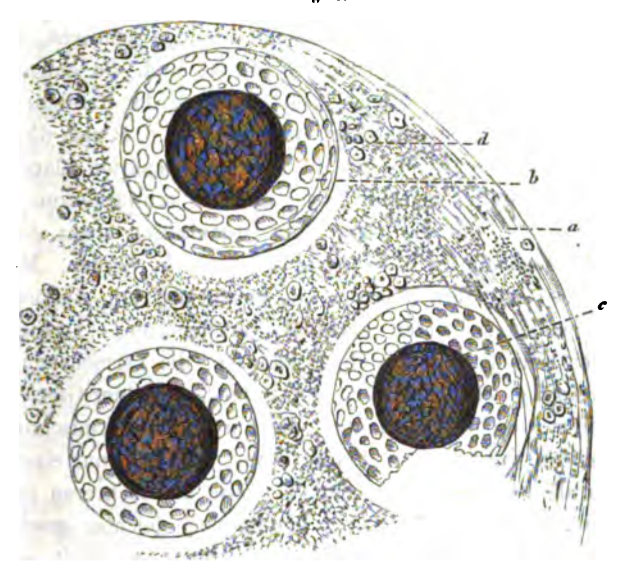
Von den Zoologen förderte Max Schultze 1854 in dem Epoche machenden Werke über den Organismus der Polythalamien die Kenntniss der gedachten Substanz am allermeisten. Das Zusammenfliessen der Substanz an den ausgestreckten Fäden oder Pseudopodien, die Lebhaftigkeit der Körnchenströme in der Substanz, Ortsbewegung durch Formveränderung bewiesen die Lebhaftigkeit der physiologischen Leistung, während jede Organisation mangelte und nur Verdichtungen an der Oberfläche und Abscheidungen auf derselben als Kalkschalen und diese Schalen innen auskleidende strukturlose Häute, nicht aber Zellmembranen nachzuweisen waren. 1858, in Untersuchung der innern Bewegungsorgane der kieselschaligen Pflanzen, die man Diatomeen nennt, weil sie, ursprünglich einzellig, sich in mehrere Individuen trennen, und welche auch ziemlich lebhaft den Ort verändern, sprach Schultze die Identität jener innern Bewegungen und derer in der Noctiluca, einem auf der Meeresfläche schwimmenden hirsekorngrossen, stark leuchtenden Organismus, und in den Pseudopodien jener vorzüglichen und ersten Sarkodethierchen, der Rhizopoden, mit denen in Pflanzenzellen aus. 1860 endlich in der Arbeit über Cornuspira erklärte er die kontraktile Substanz der Rhizopoden für nacktes, freies, kontraktiles Protoplasma, welcher Name überall statt Sarkode einzuführen sei, da Dujardin den letztern Ausdruck in unzulässiger Weise für Verschiedenartiges angewandt habe, er keinen bestimmten Begriff repräsentire.

Wenn so die Verbreitung der Sarkode oder nun des Protoplasma einerseits eingeengt erschien, hatte andrerseits die Untersuchung der Ra-

*) Jean Paul hatte im Armenadvokat Siebenkäs Adam den Protoplast genannt.

diolarien. ein weitres Vorkommen solcher Substanz in Verbindung mit geformten, theilweise den Zellen zu subsumirenden Elementen gezeigt. Nachdem diese Wesen früher nur in den reizenden Kieselgerüsten bekannt waren, welche fossil mit den Kalkschalen der Polythalamien Gebirgsschichten zu bilden im Stande sind, in Gestalt gleich Kugeln, Helmen, Vogelbauern u. s. w. aus Gitterwerk, wurden sie 1851 von Huxley, in den folgenden Jahren von Johannes Müller und seinen Schülern Claparède und Lachmann, Krohn und Schneider und von 1859 ab von Ernst Häckel pelagisch lebend gefischt und Häckel gab 1862 eine ausgezeichnete Monographie der zahlreichen bei Messina gefundnen Arten heraus. Agassiz freilich stellte diese Wesen zu den Algen und die Gründe dafür scheinen nicht unerheblich.


Fig. 6.



Collosphaera Huxleyi J. Müller von Mentone. Ein Stück einer Colonie etwa 100 Mal vergrössert. a. Die gemeinsame Plasmahülle. b. Gitterkugel. c. Nestzelle. d. Haufen gelber amyloider Zellen.

Nachdem Carter 1864 bei Süsswasserrhizopoden, Actinophrys, danach Acanthocystis, ausser den Pseudopodien Stacheln nachgewiesen hatte, dann Archer und Cienkowski 1867, bei Clathrulina, Gitterkieselschalen, deren chemische Beschaffenheit durch Greeff befestigt wurde, und Focke 1868 ein der Zentralkapsel der Salzwasserradiolarien entsprechendes Gebilde, sind durch mehrfache Untersuchungen, namentlich noch weiter von Greeff, von Grenacher und Eilhard Schulze diese und ähnliche Süsswasserrhizopoden mit Kieselrindenschalen oder Stützstacheln aus Kiesel oder organischer Substanz als Heliozoen den Radiolarien angeschlossen oder genähert worden, wie andrerseits die marine Radiolarie Coscinosphära ciliosa

wegen Mangel der sonst den marinen eigenthümlichen Zentralkapsel nach Stuart, 1866, ein Bindeglied sein würde. Indem nicht mehr bestimmte Unterschiede, für die vollkommnern: Kieselgebilde, Zentralkapsel, marines Vorkommen, für die unvollkommnern: Kalkschale, gekammerte oder nicht, oder keine Schale, meist mit Süsswasserwohnsitz, zusammenfallen, sinken die Unterschiede überhaupt gegenüber der Gleichheit der Protoplasmakörper in Werth; die Mannigfaltigkeit rhizopodischer Körper in Abscheidung festrer Rinden, Kalk- und Kieselgebilde, in Gegenwart von Stacheln, starren und leicht beweglichen Pseudopodien ist viel vergleichbarer geworden und wirkt für die Auffassung mehr zusammen. Unter den Heliozoen enthalten aber die grünen Rhaphidiophrys viridis und Acanthocystis viridis, nach Greeff vielleicht identisch, als Träger ihrer grünen Farbe in der Peripherie in Anordnung einer Hohlkugel gelagerte zahlreiche und grosse Chlorophyllkörner, welche bei Heterophrys varians mit braunen gemischt, bei Actinocystis pallida durch sehr ähnliche farblose ersetzt sind. So hat auch Häckel 1870 an den gelben in grosser Menge in der Substanz der Radiolarien ausserhalb der Zentralkapseln zerstreuten kleinen Zellen (fig. 6, d. pag. 65) bewiesen, dass sie mit Jod und Schwefelsäure die Stärkmehlreaktion blauer Färbung geben, während J. Müller gemeint hatte, dass sie schwarzbraun würden.

Unterdessen war für die elementare Organisation etwas Andres sehr wichtiges in der sogenannten Konjugation entdeckt worden. Man sah Organismen, welche Zellhäute besassen, in Berührung mit Auflösung dieser Häute zusammenfliessen, unter einander verschmelzen. Das geschah namentlich in der Konjugation einzelliger Pflanzen, die Vermehrung einleitend, gleich einer Paarung, aber mit dem Unterschied, dass hier Ganze, Lebende, Wachsende, nicht Geschlechtsprodukte, die nur in der Vermischung wirksam sind, verschmolzen wurden. So konnte etwas, was jetzt nur eine Zelle oder gar keine charakterisirte bildete, möglicherweise aus mehreren guten Zellen entstanden sein. Die Verschmelzung konnte noch leichter geschehn, wenn die Plasmakörper keine Membran gehabt hatten. So hielt es 1859 de Bary bei den Mycetozoen für unzweifelhaft, dass grössre Protoplasmamassen als herangewachsene Zellen oder als Verschmelzung mehrerer zu betrachten seien, so dass, während die Schwärmer hüllenlose primordiale, die Sporen ausgebildete Zellen seien, aus deren Wachsthum amöboide Massen mit ungleicher Differenzirung hervorgingen und dass diese dem weitern Auswachsen zu Grunde lägen.

Gegenüber der daraus entstehenden Schwierigkeit, ob etwas, was jetzt homogen erscheine, auch nothwendig das vorher gewesen sei, liess es M. Schultze dahin gestellt, ob die Protoplasmaklumpen auf diese Weise entstanden seien, da man doch keinenfalls sagen könnte, sie beständen daraus.

Die Auflösung von Zellkomplexen zu homogenen Massen spielt nach

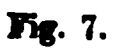
Lieberkühn's Mittheilungen von 1867 auch für die Gewebe der Schwämme eine Rolle, da sowohl in der jugendlichen Entwicklung als bei Reizung an Erwachsnen vorher deutlich gewesene Zellen zusammenfliessen, so dass für die Gewebskonstitution hier die Unterscheidung von Zellen oder Körnerhaufen und einer in gesonderte Elemente nicht gegliederten Sarkode unzulässig erschien. Claparède und Lachmann hielten es damals in dem Werke über Infusorien noch für möglich, dass in der Sarkode eine besondre Organisation verborgen sei.

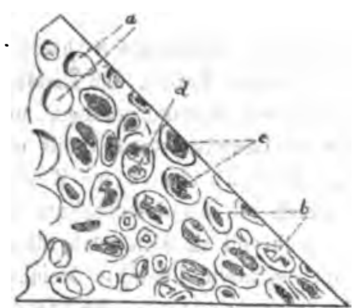
So sehr die Zellentheorie Schwann's die Aufmerksamkeit auf besonders wichtige Punkte im Einzelnen gelenkt und im Ganzen gelehrt hatte, das Differenteste aus Gleichwerthigem herzuleiten, und immer von der grössten Bedeutung bleiben muss, konnte doch allen jenen Entdeckungen gegenüber die unbedingte gleichmässige Vertretung der Zelle mit den Schwann'schen Eigenschaften in allem Organischen nicht mehr festgehalten werden. Man entschloss sich, aufzuhören, Membranen zu sehn, wo keine waren, den Inhalt als flüssig zu betrachten, wenn er nicht so erschien, sich damit zu beruhigen, die Zelle werde früher den Kern gehabt haben, den man auch nicht einmal durch Essigsäure ihr abgewinnen konnte. Der Schwerpunkt lag jetzt im Zellkörper. Die Differenzirung von Membran und Kern konnte, weil unsicher im Vorkommen, nicht das Wesentliche sein.

Was man hiernach eine Zelle zu nennen habe, bestimmte Schultze 1861 in Ableitung des Zellbegriffs aus den wichtigsten Zellen, den Eizellen. Diese zeigen einen Kern mit stark lichtbrechenden Kernkörperchen, umgeben von zähflüssigem Protoplasma, theils heller Grundsubstanz, theils eingebetteten Körnchen, aber keine Membran. So war ihm eine Zelle: Plasma mit Kern. Er sah voraus, es werde ein Fundamentalsatz der thierischen Gewebelehre werden, dass Zellen, während sie sich noch als ein Ganzes durch Theilung vermehrten, überhaupt chemisch differente Membranen nicht hätten. So fand die Reform der Zellentheorie einen bestimmten Abschluss, deren wichtigeres Moment wohl das physiologische, nicht das morphologische war, nämlich so dass etwaige Verdichtungen auf der Zelle oder um dieselbe nicht die Aktivität der Zelle gegenüber der Aussenwelt bedingten, sondern viel eher das Gegentheil, den Abschluss von jener.

Was das sei, was man bisher als der Zelle zukommende Zellhaut betrachtet hatte, wurde wohl am meisten an dem dafür besonders geschickten Knorpelgewebe bearbeitet. Bei diesem Gewebe, welches Schwann zuerst zur Identifizirung thierischer und pflanzlicher Gewebsgrundlagen veranlasst hatte, ist die Unterscheidung einer sogenannten Grundsubstanz, in welcher die Zellen liegen, leichter als anderswo. Diese wäre nach der alten Theorie das Material, in welchem die Zellbildung vorgeht. Schwann wollte darin auch neue Zellen in Menge haben entstehn sehn, sah aber allerdings

auch grade im Knorpel in den alten Zellen junge und in diesen wieder mehrfache Kerne, also endogene Brut. Er nahm an, dass die Grundsubstanz, wie an den Aussenflächen, so auch im Innern des Knorpels wachse. Henle erklärte 1841, das Wachsthum im Innern beruhe auf schichtenweiser Verdickung der Zellwände, deren ältre Schichten nebst der ursprünglichen Wand bereits untrennbar mit der Interzellularsubstanz und unter sich verschmolzen wären. Noch 1852 erklärte Kölliker die Grundsubstanz als der Hauptsache nach aus dem Blutplasma abgesetzt oder aus besondern Zellen gebildet. Sie sei nicht der äussern Abscheidung einer Zelle vergleichbar, welche, an dieser feste Gestalt annehmend, Extrazellularsubstanz heissen solle, noch sei sie eine Interzellularsubstanz. Erst Remak sah zuerst die ganze homogene Grundsubstanz des sogenannten hyalinen Knorpels als aus verschmolzenen Kapseln der einzelnen Knorpelzellen entstanden an, welche dann von den Autoren verschieden bald aus verdickten Zellmembranen, bald aus gesonderten Ausscheidungsprodukten solcher Membranen hergeleitet wurden. 1861 leugneten Schultze und Brücke die Membran der Knorpelzelle überhaupt und betrachteten auch die für solche angesehene zunächst der Höhle liegende zuweilen hellere Schicht nur als eine umgewandelte Rinde eines Knorpelkörperchens.





Feiner Schnitt aus dem Knorpelgewebe von der Wirbelsäule eines ungebornen Kaninchens, Lepus cuniculus Linné, etwa 300 Mal vergrössert. a. Löcher in der Interzellularsubstanz nach Ausfall von Plastiden. b. Einfache Plastiden, Knorpelzellen. c. In Theilung begriffene. d. Solche, deren Theilung bis zur Bildung einer Brücke von Interzellularsubstanz und damit vollständigen Selbständigkeit fortgeschritten ist.

Solche Veränderung in der Beschreibung kennzeichnet die geringere der Membran zugeschriebne Bedeutung. Funktionirte die Membran nicht mehr als besondres Organ der Ausscheidung und Aufnahme, so konnte man sie streichen; fand man sie wieder nöthig, so mochte man nach Bedarf jeden Grad von Membran aus verdichteter Rindensubstanz entnehmen.

Hätte man den Begriff Membran dehnbarer genommen, so wäre der Kontrast geringer gewesen und für alle Parteien wäre gemeinsam gewesen die Annahme der Entstehung der peripherischen Theile aus dem Zellkörper, sei es als Membran, sei es als Rinde, sei es als Ausscheidung in den Zwischenzellraum oder bei freien Zellflächen nach Aussen vom ganzen Gewebe.

In der Schrift über die neuen Reformen in der Zelllehre 1863 erschien es jedoch Reichert nicht annehmbar, nachdem man sich für die Anatomia animata mit dem kleinen Organismus, der Zelle, als Träger der vitalen

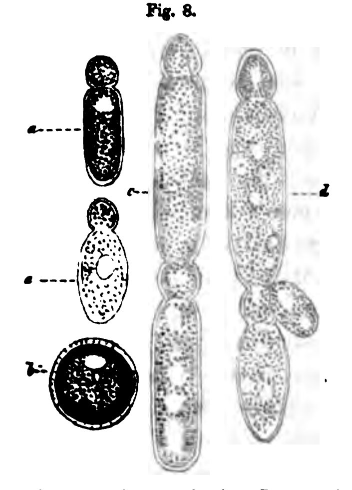
Erscheinungen, so sehr bequem eingerichtet hatte, so tief herunterzusteigen, dass man statt der Physiologie der organisirten Substanz eine der Atome annehme. Er meinte, wo der genauern Untersuchung so grosse Schwierigkeiten entgegenständen, müsse man aus den sparsamen sichern Resultaten Normen ableiten und bis zum unzweifelhaften Beweis der Unhaltbarkeit festhalten. Sichre Resultate habe man in den Furchungskugeln des Ei's, welche Kerne und im Vergleich zu dem gefurchten Dotter solchen Zusammenhang und so bestimmte Konturen zeigten, dass man einer Membran sicher sei; ferner in den Blutkörperchen des Frosches, in deren flüssigem Inhalt bei Einwirkung verdünnter Salpetersäure ein körniger Niederschlag entstehe, während der Kontur glatt bleibe. Danach müsse man bei Annahme der morphologischen Organisation der Zelle in Membran, Inhalt und Kern beharren. Als Reichert in den folgenden Jahren in die Untersuchungen der Bewegungen an den Rhizopoden mit besondern Behauptungen einzugreifen versuchte, wurden seine Angriffe heftig von Häckel zurückgewiesen. Dieser hatte die Identität von Sarkode und Protoplasma von Max Schultze angenommen, vertheidigte die Arbeitsleistung organischer Substanz ohne jede gestaltliche Organisation und stellte den Anfang alles Organischen in den von ihm gefundnen Protogenes primordialis, ein Schleimklümpchen, aus dessen peripherischer Zone hundert bis tausend Stück Fäden ausstrahlen und das sich durch Selbsttheilung vermehrt.

Die Rhizopoden waren also unter den Werth einer Zelle im Sinne Schwann's herabgesunken. Dujardin hatte sie als Ordnung der Infusorien behandelt, von Siebold aber führte 1845 in seiner vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere die Rhizopoda wie die Infusoria als besondre Klassen, beide zusammen als Urthiere, Protozoa, auf. Aus den Infusoria Ehrenberg's schied er dabei geschickt die höher organisirten Räderthierchen und, wie wir es heute nicht besser können, die pflanzlichen Organismen mikroskopischer Grösse aus. Nachdem schon Oken die Infusorien als einzellig philosophisch betrachtet hatte, führte Siebold, in der Opposition über die Organisationshöhe gegen Ehrenberg mit Meyer und Dujardin gehend, die Infusorien wegen Mangels innrer Organisation und Anwesenheit eines Kerns auf eine Zelle zurück. Das ist eine viel umstrittne Frage geblieben. Perty, Lieberkühn, Leydig, Claparède haben Widerstand geleistet, letztrer jene Meinung als glücklich überwundnen Standpunkt bezeichnet, Häckel aber neuerdings sie auf das Energischste vertheidigt. Man muss, wenn man dem beipflichten will, sehr bedeutende Gestaltungsmannigfaltigkeiten, für den innern Bau Verschiedenartigkeit des Parenchyms, Anwesenheit von Hohlblasen oder Vakuolen, eines Mundrohrs und eines Afters, äusserlich Wimpern, Haken, Stiele als Zellorganisationen nehmen, welche ganz so bunt doch in Zusammensetzungen von Zellen sich an diesen nicht zu finden

pflegen. Das Modell von Zellen, die Thieren und Pflanzen allgemein zukämen, die Urzelle, eben erst herabgesetzt, hätte von Allem dem nichts, es wären dies Zellen mit höchst komplexen Organisationen. Claus hat 1874 hervorgehoben, dass die Funktionen des Kerns der Infusorien behufs Anwendung zum Vergleiche mit dem Zellkern viel genauerer Untersuchung bedürfen und Bütschli hat selbst die Kerne für mehrzellig erklärt. Claparède hat sich in seinem Einwand vorzüglich darauf bezogen, dass auch bei Strudelwürmern, denen er die Infusorien, wenn auch nicht so durchaus wie Agassiz, vergleicht, die unleugbare Zusammensetzung des Parenchyms aus Zellen besonders schwer nachzuweisen sei und dass nach M. Schultze in der Haut der Rhabdozoelen mit der Zeit die Zellen zu einer Sarkodemasse zusammenfliessen. Wir werden auf die Eigenschaften der Infusorien noch zurückkommen. Will man die Infusorien als einfache Zellen betrachten und dann, wie das Häckel annimmt, Embryonen, wieder von Zellnatur, aus Theilstücken ihrer Kerne hervorgehn lassen, so verwischt sich dabei auch der Unterschied zwischen Kern und Zelle, was allerdings nach andern Richtungen hin unsre Anschauungen vereinfachen würde.

Kölliker hat der Meinung von der Einzelligkeit der Infusorien beigepflichtet und auch eine andre Klasse, die Gregarinen, deren Platz ich übrigens nicht im Thierreich suche, für einzellig erklärt; auch gegen die von Henle und von Frantzius aus dem zeitweisen Fehlen des Kerns oder dessen abweichenden Verhalten erhobnen Bedenken.

Fig. 8.



Gregarinen aus Acarus plumiger Degeer, etwa 100 Mal vergrössert. a. a. Kleinste, aber von Anfang zweitheilige. b. Eingekapselte. c. u. d. Stärker zusammengesetzte. Ueberall ist im Protoplasmainhalt ein Kern oder sind mehrere deutlich.

Dass auch solche Elemente, die normal nur als Theile eines grössern Ganzen ihre organische Existenz behaupten, z. B. die gleich zu besprechenden formveränderlichen Blutkörperchen eines Krebses, mit frei lebenden Organismen, etwa vom Werthe einer Amöbe, morphologisch zu identifiziren seien, gewissermassen einen kleinen Thierleib darstellten, hob Brücke bei der oben angeführten Gelegenheit hervor.

Da Max Schultze die Frage, was eine Zelle sei, nach der Eizelle entschied, ist es wichtig zu sehn, wie das Ei selbst während der Wandlung der Zelltheorie aufgefasst wurde. Schwann hielt das ganze Eierstockei für eine Zelle; den Kern fand er im Keimbläschen, die Membran

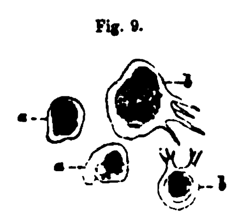
in der Dotterhaut, oder für Säuger in der dicken hellen Umhüllung, die man Zona pellucida genannt hat, den Zellinhalt in der Dottersubstanz. Bischoff hatte 1842 gemeint, Dotter und Dotterhaut seien, wenn sie überhaupt, was anzunehmen er übrigens nicht geneigt war, sich um ein ausgebildetes Keimbläschen bildeten, eine sekundäre Bildung, namentlich die Dotterhaut ein Ausscheidungsprodukt einer Lage von Zellen oder Kernen. Mehrere Beobachter fanden dann Dotter ohne Dotterhaut, Dujardin bei der Schnecke Limax, Ecker beim grünen Süsswasserpolypen Hydra, Ehlers 1864 bei Borstenwürmern; schliesslich ergab sich, dass Dotter sehr gewöhnlich einer begränzenden Hülle entbehrte. Dabei erwies sich sowohl hüllenloser als von Dotterhaut umhüllter, wenn das Ei Zelle war, als Zellinhalt anzusehender, Dotter aus sich formveränderlich, kontraktil. Es scheint, dass das schon 1792 der Maler Kleemann, Schwiegersohn des durch die Insektenbelustigungen berühmten Naturforschers Rösel, an Dottertheilen vom Huhn sah, später Ranson beim Stichling, Reichert beim Hecht, Ecker beim Frosche an den aus der Theilung des Dotters im Anfang der Entwicklung hervorgegangnen sogenannten Furchungskugeln, von Siebold bei Planarien, Bischoff beim Kaninchen. Es ist allerdings ohne Verschiebung der Theile die Dotterfurchung und Zertheilung in Kugeln gar nicht denkbar. Es beschränken sich jedoch die Formveränderungen nicht auf das dabei geschehnde Auseinanderrücken von Dotterantheilen, sondern es werden auch Höcker oder Papillen wechselnd vorgetrieben, es schwankt die Dottermasse gewissermassen hin und her, bevor sie die Theilung bestimmt eingeht. Eine nachträgliche Umhüllung eines ursprünglich homogenen, nach meinen Untersuchungen erst später den Keimfleck zeigenden Keimkornes oder Keimbläschens durch Dotter, geliefert aus abgesonderten Organen und danach Bildung einer Hülle zeigen die Bandwürmer, Cestoden, und ihre nächsten Verwandten die Trematoden. Ob man die umgelagerte Substanz in diesem Falle lieber Eiweiss als Dotter nennen will, ist nicht so wesentlich. In der Regel ist allerdings der Dotter um das Keimbläschen im Eierstock gebildet, das Eiweiss nachträglich umgelegt, aber hier ist nichts derart im Eierstock geliefert und jene Substanz umhüllt das Keimbläschen direkt. Für den Begriff der hier die Dotterhaut vertretenden Eihülle ist es wichtig, dass ihre Herstellung bei Taenia serrata nach R. Leuckart als Ausscheidung eines bereits fertig gestellten embryonalen Zellhaufens und dass sie bei Hydra viridis nach Kleinenberg aus der Verhärtung des äussern Zelllagers selbst geschieht. So hat Dotter bald überhaupt keine Hülle, bald wird sie ihm durch Ausscheidung von andern Stellen, bald durch die Arbeit aus ihm selbst hervorgegangner Zellen des Keims, erst diesen umgelegt, und diese Hülle kann demnach nicht wohl als Zellhaut im Sinne Schwann's gelten. Da Dotter sich so oft formveränderlich zeigte, stellte de la Valette St. George 1866 den Dotter

junger Eier ganz dem Protoplasma andrer Zellen gleich, das Keimbläschen als Kern festhaltend. Es ist auch hier nicht schwer, Gründe für die Auffassung des Keimbläschens an sich als Zelle zu bringen und wieder den Gegensatz von Zelle und Kern zu verwischen.

Die an Zellen wahrgenommnen Bewegungen waren früher der Zellhaut zugeschrieben worden, so von Kölliker bei seinen einzelligen Gregarinen der Kontraktion und Expansion der Leibeshülle, von Ecker in den Schwanzblasen von Limax Embryonen. Daraus, dass Membran da war und Bewegung, schloss man, die Membran mache die Bewegung, treibe durch Gestaltveränderungen, Verkürzungen den Inhalt hin und her. Als man Protoplasmakörper fand, die kontraktil waren, ohne eine merkliche Hülle zu haben, musste man auch diese Arbeit in den Zellstoff legen, und darüber hinaus liess die Art, wie die Verändrungen vor sich gingen, eher die Hüllen als passiv erscheinen. Die Formveränderungen, das Kriechen, Ausstrecken von Pseudopodien, Körnchenströme, am stärksten bei Rhizopoden, auch sichtbar an Radiolarien, Gregarinen, Infusorien, wurden auch bei unselbstständigen Elementen ähnlichen Organisationswerths gefunden, abgesehn von denen, welche durch ihre reichen Bewegungserscheinungen auf Willen oder andern Reiz so angesehn worden waren, als komme ihnen diese Fähigkeit allein zu, von den Elementen der Muskelgewebe.

Am leichtsten geschieht das an den in Flüssigkeiten suspendirten Elementen, die für sich beobachtet werden und den kleinsten Anstössen Folge geben können, ohne von andern behindert zu werden und am auffälligsten wieder unter diesen an Blutkörperchen, besonders farblosen. Schon Leeuwenhoek sah, nachdem im Froschblut sich die rothen Körperchen gesetzt hatten, eine grosse Zahl „lebendiger Thierchen", etwa halb so lang und breit als die ovalen Körperchen, in eleganten Bewegungen schwimmen. 1798 sah Eber an Blutkörperchen Bewegung und erklärte sie für lebende Thiere, 1830 Czermak, der ihnen mit den Chyluskörperchen wie auch Reichenbach und Andre einen Platz im Thiersystem gab. 1841 sah Valentin und 1843 Meyer solche für Schmarotzer im Blut an, 1846 sah Wharton Jones und 1850 Davaine die Beweglichkeit; Lieberkühn verglich sie mit der der Amöben als amöboide Bewegung. 1846 sah der englische Arzt Aug. Waller am Gekröse der Kröte mit kleinen Rissen der Gefässe und an der Zunge des Frosches nur mit kleinen Durchtrittspunkten und ohne Risse, in jenem Falle in Haufen, in diesem sparsamer farblose und farbige Blutkörperchen aus den Haargefässen bei Stauungen austreten und wandte das dahin an, die Eiterzellen als Derivate solcher freigewordnen weissen Blutkörperchen anzusehn. Er glaubte

Fig. 9.



Blutkörperchen des Flusskrebses. Astacus fluviatilis Fabricius, etwa 500 Mal vergrössert. a. a. Ohne Fortsätze. b. b. Mit aus der protoplasmatischen Hülle vorgestreckten Fadenausläufern.

die Blutzellen lösten die Gefässwand auf und diese schlösse sich hernach wieder. Cohnheim gab das 1867 wieder an, während Balogh ein Durchtreten durch die Wände 1869 gänzlich in Abrede stellte und bei einer Grösse von $^1/_{200}$''' gegen $^1/_{600}$ — $^1/_{800}$''' für die etwaigen Spalten oder Lücken nach Keber, die er übrigens ebensowenig als Bruch fand, nicht möglich erklärte. Auch v. Recklinghausen wollte ein Durchtreten erheblicher Mengen von farblosen Blutkörperchen durch unverletzte Gefässwandungen als Ursache der Eiterung nicht annehmen, er sah aber an einer in der feuchten Kammer aufbewahrten Hornhaut eine Menge junger beweglicher Zellen als Brut der Hornhautelemente entstehn. Julius Arnold meinte, dass das Durchtreten farbloser und rother Blutkörperchen, Diapedesis, durch Stigmata der Gefässwand geschehe, die, normal vorhanden, bei erhöhtem Druck sich weiter öffnen und ausser einem Flüssigkeitsstrom die Körperchen durchtreten lassen. Das Anschlagen der Körperchen an diese stomata und Durchtreten durch die Wand wäre dann passiv. Wanderzellen konnten den Amöben auch darin verglichen werden, dass sie fremde Körper in ihre Masse aufnahmen, wie das auch für Blutzellen der Schnecke Thetis 1859 Häckel gesehn und 1862 beschrieben hatte. Sie waren nicht nur ideal sondern potential selbstständig. Die Beweglichkeit, physiologisch und pathologisch verwerthet, ist abhängig von der Art der umgebenden Medien und der Sättigung der Lösungen. An Hornhautkörperchen und Bindegewebszellen untersuchte auch Kühne 1864, an Pigmentzellen Brücke. Endlich kamen namentlich Hodenzellen in Betracht; la Valette sah diese bei sehr verschiednen Thieren beweglich mit Formverändrungen bis zum Vorstrecken von Fortsätzen, die die Gestalt von Hügeln, Fingern, Keulen hatten und wohl auch schwingende Bewegung zeigten.

Nach neueren Untersuchungen von Alexander Brandt ist Kontraktilität aber auch bei Zellkernen, nuclei, eine ganz allgemeine Eigenschaft, und bei den Kernkörperchen, nucleoli, in jungen Eizellen von Periplaneta orientalis sah derselbe höckerartige Fortsätze vortreten, sich abschnüren, ihre Lage verändern. Da würde die Beweglichkeit auch den wieder in den nucleoli unterscheidbaren, nucleololi, nicht fehlen und die ganz allgemeine Eigenschaft der protoplasmatischen Substanzen sein. Aehnliches giebt Eimer an. Das, was nicht in Formveränderung beweglich ist, vielleicht aber der bewegenden Kraft andrer, den ausgleichenden Strömungen in Brown'scher Molekularbewegung folgt, ist theils Nahrung für jene, theils Ausscheidung von ihnen, theils schützend oder sonst dienend.

Zuerst von Leeuwenhoek waren den Augenwimpern an Gestalt vergleichbare Fortsätze, welche sich lebhaft bewegen und so kleinere Thiere oder abgelöste Stücke umherwirbeln können oder grössren Ganzen Ströme zuführen und über sie hinleiten, gesehn worden, die sogenannten Wim-

perhaare. Erst bei vielen niedern Thieren gefunden, wurden sie 1834 in Organen der Athmung und Fortpflanzung auch der Wirbelthiere von Purkinje und Valentin entdeckt. Sie können nur auf freien befeuchteten Flächen, innerlich oder äusserlich, arbeiten und die sie tragenden Zellen heissen Wimperzellen, die mit ihnen ausgerüsteten Häute Wimperepithelien. Abgelöste Stücke von Wimperepithelien sind öfter für selbstständige Infusorien angesehn worden, da die Wimperthätigkeit lange an ihnen fortdauern kann. Schon Dujardin hatte die Flimmerhaare als Fortsätze des Zellkörpers selbst, nicht der Zellwand betrachtet, Henle glaubte in der Zellsubstanz in die Wimpern fortgesetzte Längsstreifen als Ausdruck der beweglichen Masse ansehn zu sollen. Friedreich, Eberth, Marchi machten ähnliche Beobachtungen. Allgemein ist jetzt auch hier die Zellsubstanz als das Thätige angenommen, die Besonderheit als durch die Pseudopodien der Rhizopoden und die langsam die Stellung verändernden oder seltner zuckenden Strahlen von Actinophrys und andern vermittelt anzusehn.

Fig. 10.



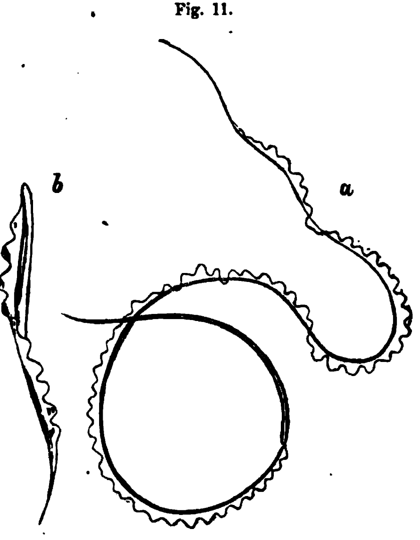
Ein Stück Haut der lebendgebärenden Wasserschnecke Paludina vivipara Linné mit Wimperepithel bekleidet. In der Oberhaut liegen einzellige Schleimdrüsen, in der Tiefe dunkle klumpige Konkretionen und Pigmentsternzellen.

An die Bewegungen mit Wimperhaaren reihen sich direkt die der gewöhnlichen höchst beweglichen Samenelemente an, während in seltnen Fällen, bei Nematoden, die Bewegungen auch der letzten Samenelemente nicht über die amöboiden Verändrungen der Hodenzellen hinausgehn. Die Samenfäden waren eben wegen jener energischen selbstständigen Bewegungen als Thiere angesehn, Spermatozoa genannt worden. Ihre verschiedne Gestalt, die Leichtigkeit, mit welcher äussre Einflüsse auf die Bewegung studirt werden konnten, zum Theil deutlich beziehbar auf das im natürlichen Gange Begegnende*), wie die Beimischung von Wasser und alkalischen Flüssigkeiten, der Eintritt in's Ei, der Effekt in der Umwandlung des Ei's zur Frucht, hatten vielfache Behandlung erfahren. Kölliker nahm an, dass sie in den Kernen der Samenzellen entständen, Schweigger-Seidel erklärte sie 1865 einer ganzen Zelle entsprechend, für einstrahlige Wimperzellen. Der Kopf sei im Wesentlichen Kern, die Bewegung liege nicht, wie Grothe gemeint hatte, in ihm, sondern in einem zwischen Wimperhaar, Schwanz, und Kern-Kopfe, übrig gebliebnen Stück Zellsubstanz. Dieses

*) Die Unbeweglichkeit bei Samenfäden der Krebse hängt vielleicht auch nur von dem Mangel der die Bewegung veranlassenden Momente während der Untersuchung ab.

Stückchen hatte Dujardin schon 1837 vom Schwanz unterschieden. Eimer giebt von ihm an, dass es quergestreift sei und dass ein feines Fädchen in ihm, Zentralfaden, sich in Kopf und Schwanz fortsetze und die Verbindung herstelle. Es wäre also so ziemlich ein Stückchen quergestreifter Muskelsubstanz zwischen Kopf und Schwanz eingeschoben. Auch la Valette St. George hat sich der Meinung angeschlossen, dass die Samenkörper einer ganzen Zelle, der Samenzelle, wie das Ei der Eizelle, Ursprung verdanken. Wie das genauer geschehe, dafür lassen verschiedne Mittheilungen keine volle Identität erkennen. *)

Fig. 11.



Samenfäden mit undulirender Membran, stark vergrössert. a. Von Triton palmatus Merrem, nach Duvernoy. b. Von Bombinator igneus Merrem, nach von Siebold.

1776 hatte Spallanzani an den Samenfäden der Molche ein besondres Flimmerphänomen gesehn, welches von Amici 1844, Pouchet 1845, Czermak 1850 dahin erläutert wurde, dass es herrühre von einer

---

*) Nach Balbiani schwindet bei Aphiden der Kern, die Zelle zieht sich an einem Ende fadig aus, das Kopfende geht aus einem hellen Bläschen zwischen Kern und Membran hervor. Nach Mecznikow legt sich beim Regenwurm der Kopf aus Körnchen im Kern zusammen und der Schwanz entsteht aus dem Protoplasma der Zelle, beim Skorpion ähnlich, beim Flusskrebs, bei Cyprois und der Fliege dagegen entstehen die Samenkörper aus einem Protoplasmakörper neben dem Kern und der Kern geht zu Grunde. Das scheinen Unterschiede, wie wenn im Ei zur Furchung das Keimbläschen manchmal, wie ausgesogen, ausgeworfen manchmal einleitend verwendet wird. Bütschli fand, dass bei Arthropoden vor dem Kern ein kleinrer, hinter dem Kern ein grössrer Protoplasmarest, der Faden, bleibt. So würde der Faden stets aus der Zellsubstanz, der Kopf nicht immer direkt aus dem als Kern erscheinenden Theile, das Mittelstück aus der Verbindung beider hervorgehn. Wie bei Pflanzen giebt es auch bei Thieren doppelschwänzige Zoospermien, nach Doyère und Greeff bei Arctiscoiden, nach Bütschli bei Clythra octomaculata, nach la Valette bei Phratora vitellinae. Dadurch bekommt die Wandlung der Protoplasmahülle in einen Faden einen breitern Charakter. Mehrere Wirbellose haben zwei Formen von Samenfäden, Paludina vivipara, Asellus aquaticus. Die eine Form bei Paludina hat viele Wimperfäden. Die von Leydig in seiner Histologie zusammengestellten Abbildungen erläutern die Entwicklung des Ungleichartigen aus gleichen Grundlagen.

längs des Faden laufenden, wellig bewegten zarten Ausbreitung, Membran, worauf Siebold eine Reihe solcher undulirender Membranen zusammenstellte. Nach dem Vorgesagten kann die Entstehung dieser Membran sicher aus dem Zellinhalte hergeleitet werden.

Indem so nach den verschiednen Richtungen hin morphologisch und physiologisch die Vergleichbarkeit der Gewebselemente in zusammengesetzten Organismen und der selbstständigen einfachen Elemente im Ei, Samenfaden, in einzelligen oder unter den Zellwerth sinkenden lebenden Wesen, auf Grundlage eines elementaren Bau's sich darstellte, bei dem namentlich die Membran fehlen konnte, aber auch dem Kern gegenüber die übrige Zellsubstanz die hervorragende Rolle spielte, hatte schon 1863 Bischoff die nur aus Kern und umhüllender Protoplasmaschicht bestehenden Elemente gegenüber den Membran besitzenden Zellen Protoplasten zu nennen vorgeschlagen, während M. Schultze den Zellbegriff auf sie ausgedehnt hatte. Man erkennt, dass Letztres die Zellmembran geringer achten hiess. So meinte auch la Valette, man dürfe zwei Formen von Elementargebilden, welche unvermerkt in einander übergingen, nicht zwei verschiedne Namen geben. Kölliker stellte von 1864 an in seinem Icones histiologicae und seiner Gewebelehre die kern- und hüllenlosen, die kernhaltigen, die mit Kern und Hülle versehnen Protoplasten oder Zellen, endlich die metamorphosirten Zellen, welche einen oder mehrere ihrer Bestandtheile verloren haben, einander gegenüber. Häckel gab in seiner generellen Morphologie das Schema für die Summe der neuen Erfahrungen. Für die morphologischen Individuen, gestaltlich abgeschlossnen Wesen, niederster Ordnung, die Bildungselemente, Plastiden, sei es nicht nothwendig, dass sie in Schwann's Zellenform aufträten; wir kennten vielmehr viele Körper, die den Werth einer einzelnen Zelle nicht erreichten und doch eine abgeschlossne Form der lebenden Materie repräsentirten. Solche Plasmaklumpen nannte Häckel, wenn sie eben so wenig Kerne haben, Cytodae; haben sie solche, Zellen, Cyta, dafür sich Schultze anschliessend. Sie sind dann, wenn sie keine Hülle haben, Nacktzellen, Gymnocyta, wenn sie diese besitzen, Rindenzellen, Lepocyta, wie auch die Cytodae in Gymnocytodae und Lepocytodae unterschieden werden können. Die Hülle oder Haut, λέπος, kann durch eine verdichtete Oberflächenschicht gebildet werden oder flüssig abgeschieden und dann zu einer Kapsel erhärtet sein; sie kann vollkommen oder nur theilweise umschliessen, auch durchlöchert sein.

Die Zellhäute schliessen sich damit ganz andern schaligen Absonderungen an, wobei sie in mannigfacher Weise der in höherem Grade im Wechsel des Lebens stehenden Substanz dienen können, auch immer in gewissem Grade ihr zugerechnet werden müssen.

Diese verschiednen Plastiden können nach Häckel sämmtlich ak-

tuelle Bionten sein, d. h. in dieser Gestalt ihr Leben vollenden, so als Gymnocytodae: Protamoeba, Protogenes, Actinophrys; als Lepocytodae: die Polythalamien, so lange sie sich nicht zu getrennten Plastiden differenziren; als Gymnocyta: echte, gekernte Amöben; als Lepocyta: Arzelliden aus den Rhizopoden, Gregarinen, wozu nach der spätern Befürwortung Häckel's auch, als einzellig, die Infusoria ciliata kommen würden. Oder Plastiden sind doch virtuelle Bionten, d. h. sie können in dieser Form existiren, aber es ist damit das Sein einer organischen Form nicht ausgedrückt, so in gewöhnlichen einzelligen Eiern, in abgelösten Theilen eines Süsswasserpolypen. Oder endlich sie sind nur partielle Bionten, sie gehören einem grössern Ganzen an, immer noch mit Existenz in formaler Ablösung und Selbstständigkeit, so in den flüssigen Geweben die Blutkörperchen, namentlich die farblosen.

Zwei besondre Ereignisse gaben der Schätzung der organischen Substanz ohne Rücksicht auf auch nur die Zellform als des Genügenden und Wesentlichen neue Stützen.

Einmal erschloss man den Beweis einstiger Existenz solcher mit einer guten Reihe von Gründen aus Erscheinungen in Erdschichten, welche älter waren, als diejenigen, in denen man bis dahin Reste organischer Geschöpfe gefunden hatte. In den vereinigten Staaten Nordamerika's und in Canada finden sich als älteste deutliche Spuren lebender Wesen in einer Schicht, die man Takonian nennt und gleichaltrig erachtet mit der Ober-Cambrischen Formation in England, vereinigt ziemlich zahlreiche Brachiopodenschalen der Gattung Lingula, Abdrücke von Würmern, Fussspuren und an Pflanzen Tange, im Ganzen ein hinlänglich reicher Rest organischen Lebens. Die darunter folgenden Huronian-Schichten, den Unter-Cambrischen in England entsprechend, 18000′ mächtig, umschliessen die reichen Kupfergesteine Amerika's. Den Uebergang zu ihnen macht eine nach Gegenwart von Quarzgeschieben in Wasser abgelagerte Schicht, deren Knollen von phosphorsaurem Kalk auf Thiere zurückgeführt werden können. Die untern Schichten selbst zeigen zunächst keine Spuren wässrigen Ursprungs, dann aber kommt Gneiss mit Krystallen phosphorsauren Kalks, die wieder auf organisches Leben schliessen lassen. Unter dem Huronian folgt der Laurentian, 30000′ mächtig und über 200000 englische Quadratmeilen verbreitet. Brocken von ihm liegen im Huronian und er selbst enthält Trümmer ältrer geschichteter Sandsteine, so dass die Wirkung des Wassers in Zerstörung und Bildung nicht allein für die genannten Formationen sondern noch für eine nicht begränzte Zeit vor ihnen ersichtlich ist. Der Laurentian, entstanden aus quarzigen und thonigen Gesteinsbildungen, umschliesst mächtige Lager von Kalk und Kiesel, Nester von Graphit, Eisenerze und Schwefelkiese, sämmtlich nach den Stoffen und der Art des Vorkommens mit Verdacht organischen Ursprungs. Der obere Theil, Ober-Laurentian,

ist durch dicke Gneissschichten von dem Unter-Laurentian getrennt. Im letztern fanden Logan und Dawson Silikatausfüllungen in kammerähnlich zusammenhängenden Räumen, im Einzelnen in bis zu einem Zoll grossen Stücken und bankartig verbreitet. 1855 hatte Ehrenberg in den Glaukonitkörnern des Grünsandes Steinkerne von Polythalamien erkannt. In andrer Form, mit geordneten Kammern, meist viel grösser als die jetzt lebenden, bilden fossile Polythalamien ganze Gebirge und charakterisiren, als Nummuliten und andre, geologische Epochen. Ebenfalls von 1855 an hatte Carpenter eine Reihe mikroskopischer Untersuchungen über Polythalamien begonnen und später damit abgeschlossen, die Veränderlichkeit der Schalen sei bei ihnen so gross, dass nicht allein Artunterscheidung sondern auch Bildung von Gattungen unthunlich sei und bei Erschüttrung aller Charaktere nur erübrige, einige Hauptfamilien aufzustellen. Wie Ehrenberg in, der Form nach den Polythalamien sich mehr anschliessenden, Silikatausfüllungen, fand Carpenter, da ihm für Polythalamien die Form so werthlos geworden, auch in den formlos ausgebreiteten, vielfach anastomosirenden des Unter-Laurentian den Ersatz eines formlosen und anastomosirenden Protoplasmaleibes, zu dem er 1867 nach Entfernung des umhüllenden Kalksteins unterscheidbare, die Kammerausgüsse glänzend überziehende, wie aus Asbestfäden gebildete Kalkhäutchen als röhrig durchbohrte Foraminiferen-Rinde ansah. Max Schultze ist 1873 noch ganz dieser Auffassung beigetreten.

Fig. 12.



Eozoon canadense Dawson, natürliche Grösse; nach einem von Herrn Carpenter dem Verfasser geschenkten Schliffe.

Die Silikatausfüllungen im Unter-Laurentian wären also eine Fossilisation oder Ersatz einer organischen Substanz, umhüllt von einer Fossilisation ihrer Rinde in Kalk und eingebettet in den zu Stein gewordnen Kalkniederschlägen des umgebenden Wassers; der Organismus konnte nur den Rhizopoden verglichen werden, am meisten der Polythalamie Calcarina mit einem Sporenrädchen ähnlichen Gehäuse, und erhielt, weil er die Spuren organischer Existenz aus viel ältern Erdepochen statuirte, als man bis dahin angenommen, den Namen Eozoon canadense. So weit man überhaupt sich ein Urtheil über Zeitmaasse vergangner Schöpfungsperioden zu bilden wagen kann, mag die Zeit der lebendigen Existenz des Eozoon ziemlich eben so weit von der zunächst deutlichen organischen Schöpfung als diese von der heutigen entfernt sein. Das Eozoon wurde auch von Hochstetter in der herzynischen Gneissformation von Krummau und Schwarzbach, und von Fritsch im Ophikalzit von Raspenau in Böhmen, von Gümbel in den krystallinischen Kalken über der bojischen Gneissformation in den Urgebirgsschiefern des ostbairischen Gränzgebirgs und in Kalken des schwedischen Urgesteins, von Jones im Connemaramarmor in Irland, von Daw-

son im Serpentinmarmor von Tyrol nachgewiesen. Carpenter hielt es für möglich, dass auch in den grossen Sphäroiden des permischen Magnesiakalks von Durham riesige Polythalamien steckten.

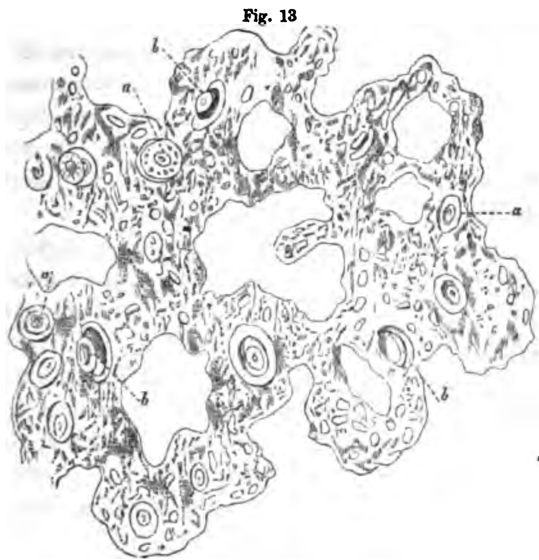
Das Eozoon erweiterte die Bedeutung und Verbreitung nicht organisirter lebendiger Substanz, fand aber auch Verwerthung für Urtheile über Beschaffenheit ältester lebender Wesen, Entstehung sehr alter Gesteine auf wässrigem nicht feuerflüssigem Wege und die Einschlüsse in ihnen und für Vermuthungen über ein viel höhres Alter organischer Schöpfungen als es die frühern Theorieen eingeräumt hatten. Die Foraminiferennatur ist jedoch nicht ohne Anfechtung geblieben und finden King und Rowney namentlich den angeblichen tubulirten Ueberzug der Kammerausfüllungen in allen Uebergängen zu Chrysotile oder fasrigem Serpentin, der Spalten ausfüllt, demnach als einen integrirenden Theil der ausfüllenden Körner, die er umkleidet. Auch Sedgwick war sehr gegen die „Eozoondoktrin."

Der andre, Epoche machende, Fund kam aus den Tiefen der See. Die ältesten Versuche, vom Tiefseegrunde Thiere, um naturwissenschaftlicher Untersuchung Willen, heraufzubringen, hatte wohl Peron am Anfange des Jahrhunderts gemacht; Schwammfischerei, Perltauchen, Korallensuchen sind allerdings von unbekanntem Alter. Ross wies schon eine gewisse Uebereinstimmung arktischer und antarktischer Tiefseebewohner nach. Die berühmte Eintheilung der Seebewohner nach bathymetrischen Zonen 1843 durch Forbes auf die Forschungen im ägäischen Meer, welche tiefer als 550 Meter Thiere nicht mehr existiren lassen wollte, hatte für diesen Satz keine lange Dauer. 1845 fand Harry Goodsir Thiere in der Davisstrasse 730 Meter tief; das zwischen Bona und Cagliari wegen Reparatur aufgebrachte Telegraphentau erwies sich mit verschiednen Thiergehäusen bedeckt, darunter die Korallen von Arten, die nur fossil in Italien, Sizilien, Algerien bekannt waren; Bailey brachte 1855 Foraminiferen und Schwammnadeln aus 1830 — 3650 Meter, 1860 die Expedition des Bulldogg aus ähnlichen Tiefen; Sars bestimmte aus Tiefen von 350—550 Meter 427 Arten*), dabei solche, die mehr den ausgestorbnen als den lebenden glichen. Die Expeditionen von Agassiz und Pourtalès 1866 und 1867 im Golfstrom, die von Wyville Thomson, Carpenter und Jeffreys 1868 und 1869 mit den Schiffen Lightning und Porcupine als Vorbereitung zu der augenblicklich stattfindenden Expedition des Challenger unter Thomson haben bei der Erleichterung und Sicherung der Tiefseeuntersuchung durch neue Instrumente immer Grösseres geleistet und ausser dem Einfluss auf die Geophysik und Geologie einen besondern auf die Zoologie gehabt, auf den wir noch zurückkommen werden. Jetzt sei nur

*) Darunter 36 Echinodermen, 133 Mollusken, 106 Arthropoden.

bemerkt, dass Lightning und Porcupine Pflanzen höchstens aus 350 Meter Tiefe, Thiere höhrer Organisation aus 4060 Meter, aber keine Thiere mehr aus 6600 und 7130 Meter brachten. Bei Untersuchung des untermeerischen Plateau's für das transatlantische Kabel fand Kapitain Dayman vom Cyklops 1857 im mit der Sonde aufgebrachten Schlamm eine Menge kleiner elliptischer Scheibchen von geschichteten Lagen kohlensauren Kalks, die er Coccolithen nannte. Bei der Tiefseeuntersuchung des Bulldogg fand Dr. Wallich solche gemischt mit Kugeln, die durch Zusammenhäufung jener Coccolithen entstanden schienen, und die er Coccosphären nannte. Beiderlei Formen finden sich auch in der Kreideformation, an welche, wie überhaupt an vergangne geologische Epochen, sich, wie Thiere besondrer Länder, so auch Formen der Tiefsee näher anschliessen, jene vor dem Versinken, diese vor dem Heben aufs Trockne bewahrt geblieben. Huxley fand 1868 den zähen, klebrigen Schlamm, in welchem die Kalkkörperchen liegen und der von 6000—25000′ Tiefe, wo höhere Organismen sparsam werden und fehlen, sehr verbreitet den Boden bedeckt, zum grossen Theil aus dem Protoplasma ähnlicher Substanz bestehend. Die Grundsubstanz, strukturlos und farblos, bildete bald rundliche Klumpen verschiedner Grösse, bald Streifen, bald ein Netzwerk und umschloss meist Coccolithen und Coccosphären. Huxley nannte diese Massen: Bathybius Häckelii. Unter den Coccolithen unterschied er scheibenförmige Diskolithen und doppelten Hemdknöpfchen ähnliche Cyatholithen. Die Haufen, Coccosphären, seien bald lockrer, bald solider. In den Kalkkörpern selbst sei eine gewisse Menge organischer Substanz nachweisbar, sie seien verkalktes Protoplasma. Reichert hatte vorausgesagt, dass die Naturphilosophie den Urschleim wieder einsetzen würde, jetzt hatte man ihn gefunden. Häckel untersuchte 1870 Portionen des Bathybius, die die Porcupine-Expedition aus etwa 15000′ geholt und frisch gefangen unter dem Mikroskop gesehen hatte; Wyville Thomson freilich hatte ihn einer diffusen Schwammmasse verglichen; sagte auch eigentlich nicht, dass er die Bewegung gesehn habe, sondern: it may be seen in movement, und meinte, es sei nicht unmöglich, dass Bathybius zum grossen Theil ein formloser Zustand sei, in Verbindung mit Wachsthum und Vervielfältigung, oder auch Zerfall, sehr verschiedner Dinge. Häckel fand die einzelnen Protoplasmaklumpen meist unter 0,1 nie über 0,5 mm., so dass er Huxley's grössere Klumpen für zusammengeklebt hält. Die Coccolithen möchte er wohl wie Huxley für eine Ausscheidung des Protoplasma halten. Da er jedoch Gleiches in Myxobrachia, einer pelagisch treibenden Radiolarie fand, könnten sie auch aus andren Quellen stammen. Auch erschien es Häckel schwer, die Ernährung dieser Protoplasmaorganismen und der als Tiefseebewohner ihnen am nächsten kommenden Polythalamien, in so grosser Tiefe

Fig. 13



Netzwerk von Bathybius Häckelii Huxley, 700 mal vergrössert, nach Häckel's Darstellung. a. Diskolithen. b. Cyatholithen. Von der Porcupine-Expedition der Herren Thomson und Carpenter.

zu verstehn. Da Möbius nachgewiesen hat, dass die Reste organischen Lebens auf dem Meeresgrunde in Sinkströmungen beständig abwärts gleiten, so wird man um die Ernährung dessen, was von jenen wirklich lebendig ist, nicht verlegen zu sein brauchen, noch aus ihrer Existenz auf Urzeugung aus anorganischen Grundlagen schliessen dürfen. Organische Reste könnten dann allmählich in Bathybius umgesetzt werden und, wie sonst Schalen, so in Coccolithen ausgeschiedner Kalk, langsam zu Lagern feinster Kreide aufgehäuft, würde das Ableben von Bathybiusgenerationen bedeuten. Die Untersuchung wird sich aber noch dess zu vergewissern haben, ob die Erscheinungen von Bathybius unter den Titel Lebenserscheinungen gehören, ob ferner die Kalkkörperchen aus ihm gebildet oder ihm fremd sind.

Es giebt da nicht unerhebliche Zweifel.

Von der Challenger Expedition hören wir, dass der Globigerinenschlamm voll von Pseudopodien dieser Foraminiferen ist und dass deren Substanz mit Alkohol ganz das Häckel'sche Präcipitat giebt. Was die Kalkkörperchen betrifft, so ergaben 1872 die Versuche von Harting, dass kohlensaurer Kalk, wenn er bei Gegenwart von Eiweisskörpern aus dem gelösten Zustand in den festen übergeht, Calcosphaeriten bildet, kuglige geschichtete Verkalkungen eines dem Chitin nahestehenden Eiweisskörpers. Wenn man an das eine Ende eines 1 cm. hoch mit Eiweiss gefüllten, 20—30 cm. langen Gefässes ein Stückchen Chlorkalcium, an das andre Ende Pottasche, beide in Löschpapier gewickelt, legt, so bedeckt sich der Boden mit Calcosphaeriten von 0,02 mm. Grösse, konzentrisch und radiär ge-

streift, die sich an einander reihen, polyedrische Felder, Doppelkugeln. auch Manchettenknopfformen bilden können. Da Aehnliches in Perlen, in der Prismenschicht der Muschelschalen, in Otolithen, Gehörsteinen, geschieht, so kann man, weil man hier künstlich Solches macht, dem Bathybius die lebendige Existenz noch nicht bestimmt abstreiten. Die Kombination dieses Experiments mit der vorigen Beobachtung gestattet aber ebensowenig mehr, ihm einen grossen Nachdruck zu geben.

Indem sich durch alle diese Beobachtungen der morphologische, anatomische Begriff der Zelle, als die letzten Lebenserscheinungen an sich ablaufen lassenden Theilstückes, gänzlich verschob, musste entsprechend die physiologische Auffassung, welcher die alten Substrate der diosmotischen Vorgänge durch eine Membran und der Massenanziehung durch einen Kern mehr oder weniger abhanden kamen, eine andre werden. Alles was aus gestaltlichem Verhalten entnommen wurde, alle sichtbaren Gegensätze der Theile, mussten für den Anfang ausser Rechnung bleiben und in der innern Beschaffenheit des Protoplasma's allein die Ursache der Lebenserscheinungen gesucht werden.

Innere Beschaffenheit und Thätigkeit.

Wir behandeln in diesem Kapitel das, was an den Elementen, welche organische Körper zusammensetzen, erst durch besondre Hülfsmittel und durch das, was an ihnen geschieht, durch ihre Verändrungen, welche gewissermassen selbst Reaktionen auf besondre Hülfsmittel sind, ersichtlich wird. Es darf darum nicht scheinen, als seien wir der Meinung, es seien innre Beschaffenheit und Thätigkeit überall grundsätzlich von äussrer Gestalt und Erscheinung zu trennen. Wir fahren dabei noch fort, von organischen Körpern im Allgemeinen zu reden, ohne vorher festzustellen, auf was wir solche von andern trennen und unter einander verbinden. Es soll diese Definition erst resultiren aus der genauern Beschreibung der sogenannten lebenden Substanz. Auch führen wir die Untersuchung des Protoplasma's, für das die ausgezeichnetsten Forscher gleiche Beschaffenheit und Bedeutung bei allen Organismen angenommen haben und welches sie zugleich für den Lebensfaktor erster Stelle ansehn, weiter, ohne vorher Thiere und Pflanzen begrifflich zu unterscheiden. Wir werden zum Theil schon hier, ausführlicher später, zusehn, ob bei dieser fundamentalen Uebereinstimmung doch eine deutliche Gränze zwischen Thieren und Pflanzen zu ziehen sei und wie es komme, dass trotz jener Gleichwesenheit gewöhnlich an eine leichte Unterscheidung zwischen Thieren und Pflanzen geglaubt wird und dass bis zu einem gewissen Grade wirklich ein diametraler Gegensatz der Leistungen in ihnen erscheint. Auf die Erscheinungen an Pflanzen treten

wir dabei soweit ein, als das nöthig schien für das Verständniss organischer Substanz im Allgemeinen, welchem Untersuchungen und Versuche an Pflanzen wegen deren mehr elementaren Bau's und einfacherer Aktion besonders förderlich gewesen sind.

Die supponirte Gleichwesenheit verschiedner Plasmakörper ist nicht als chemische Identität aufzufassen. Es kann überhaupt keins der hier verglichnen Elemente lebender Körper als eine gegebne Menge einer ein für alle Male durch eine chemische Formel ausdrückbaren Substanz angesehn werden. Das wird dadurch ausgeschlossen, dass sie leben oder lebende Bestandtheile eines grössern Organismus bilden sollen. Wir werden später genauer erkennen, dass Leben nicht ein Zustand, chemische oder physikalische Leistungsfähigkeit ist, sondern dass dieser Ausdruck einen Zusammenhang von Vorgängen bezeichnet, welche einzeln physikalische und chemische Zustandsändrungen sind.

Wenn man den einfachsten lebenden Körper einer Elementaruntersuchung unterwirft, so erhält man ein einzelnes Resultat, nicht einen auf denselben in verschiednen Zeiten oder auf andre anwendbaren Werth; was man erhält, hängt davon ab, auf welchem Punkte einer mit gewissen Postulaten verträglichen Reihe von Zustandsändrungen sich der Körper grade befand. Es können höchstens Gränzen für Anfang und Ende solcher Reihen bestimmt und durch Punkte zwischen diesen die Richtungen der Verändrungen beschrieben werden. Eine solche Formel der Verändrung würde eine Lebensformel sein.

Eine solche zu finden, oder zunächst Elemente dafür, ist schwierig. Wo lebende Substanz in Individuen von solcher Masse erscheint, dass diese zu einer gründlichen chemischen Untersuchung ausreicht, sind in komplexem Bau eine verschiedenartige Beschaffenheit der Theile und ungleiche Reihen der Verändrung gegeben. Eine Elementaruntersuchung hat dabei sehr wenig Nutzen. Wo Protoplasma, in der Hauptsache homogen erscheinend, vorkommt, gestattet es wegen der geringen Mengen in der Regel nur einige Proben, mikrochemische Reaktionen, keine eigentlichen Analysen. Aber auch dann haben wir keine gleichmässige, einheitliche Substanz sondern Veränderliches und Mischungen, welche in ihre Bestandtheile zu trennen, oder in welchen diese einzeln nachzuweisen kaum möglich ist. Auch hier ist das etwas Naturnothwendiges. Wir würden gar nicht anders annehmen können. Wir werden aber auch von der Anwesenheit solcher Verschiedenheiten ziemlich grob auf physikalischem und chemischem Wege überzeugt durch die Anwesenheit von Fettkugeln, Körnchen, Tröpfchen dünnrer Flüssigkeiten, die man dann als dem eigentlichen Protoplasma fremd bezeichnen muss, die aber für sein Leben eine Rolle spielen. Innre Verschiedenheit und Mischung muss der Ausdruck dafür sein, dass jedes Theilchen dieser Substanz Verändrungen durchläuft. Die zeitlichen Ver-

ändrungen im Protoplasma sind bei Pflanzen ersichtlich, wenn f
handen gewesene Eiweissreaktionen später verschwunden sind,
dichtete Rindenschichten oder Kerne mit besonderm chemischen
am und im Protoplasma entstehn.

So konnte wohl eine Charakteristik dieser Grundsubstan
Körper erreicht werden; statt aber aus ihren Eigenschaften de
zum Verhalten zusammengesetzter lebender Körper zu entnehmen
vielmehr aus Rückschlüssen von den an diesen letztern gemach
rungen über die Vorgänge im Protaplasma Aufklärung suchen m

Pflanzliches Protoplasma wird von **Hofmeister** dahin l
dass es auch bei stärkster Vergrösserung gegen wässerige Flüssig
es umgeben oder in seinen Hohlräumen liegen, sich scharf ab
mit Jod gelb, mit Zucker und Schwefelsäure rosenroth färbt
Verbrennen ammoniakalische Dämpfe entwickelt. Jugendliches I
färbt sich mit Kupfervitriol und Kalilauge violett. Ueberall
plasma nach solchen Reaktionen eine stickstoffhaltige, jung e
artige Substanz. Dass diese Substanz mit Alkohol und Säuren
Hitze gerinnt, hatte schon **Dujardin** erwähnt. Auch hat H
im Tiefseeschlamm das Protoplasma kenntlich zu machen, neben
Färbung durch in Jodkali gelöstes Jod und durch Salpetersäure
rothe Färbung durch ammoniakalische Karminlösung benutzt, we
gleichem Grade und besonders schön nach Behandlung mit Ess
Salzsäure eintrat.

Wenn wir für die Formveränderlichkeit die bestimmteren
gen in Wimpern und undulirenden Membranen mit in Rechnung
finden wir dieselbe bald rhythmisch, wie in Pendelschwingunge
nur an zarten, fadenförmigen oder dünnhäutigen, präformirten T
amöboid unregelmässig, stossweise, in wechselnden Graden an
Stellen, im Vorquellen, hügelförmiger Erhebung, Ausstrecken
Fäden, Strahlen, Verästelung und Netzwerk. Das kann zur
rung führen, wenn die Theile auf einer Bodenfläche umgelagert
werden. Dem gesellt sich Verschiebung erkennbarer Theile
schungen im Innern, Körnchen, Tröpfchen. Aus ihr kann
nicht unterscheidbarer Theile gefolgert werden, ein Protoplasm
jene mitreisst. Auch zeichnet sich Protoplasma aus durch we
stehende und vergehende **Vakuolen**, Stellen ger[illegible] L
mit scharfen Gränzen, aus welchen man das Pr[illegible]
und die man mit Flüssigkeit gefüllt erachtet.

Zu den **chemischen Qualitäten** und [illegible]
nungen kommen, oder aus ihnen gehen h[illegible] oger
siologische: Ernährung und Fortpflanz[illegible] setz
logischer Eigenschaften gegen [illegible] he ist

sorische und bezeichnet eine Lücke unsrer Kenntniss. Die Gesetze der Chemie und Physik sollen ebensowohl Ausdruck geben oder entnommen sein den sogenannten lebenden Körpern als denen der anorganischen Natur. Der Vermuthung, es möge aus genauerer Erkenntniss der organischen Natur ein besondrer noch nicht abzusehnder Einfluss auf die Gestaltung der Naturgesetze geübt werden, steht die Erfahrung gegenüber, dass die grössre Schärfe in Anwendung des an den Erscheinungen der anorganischen Natur Gelernten ungeahnte Fortschritte auch für das Verständniss der organischen gebracht hat. Damit ist die Aufgabe gegeben, durch bessre Untersuchung es dahin zu bringen, dass die Beschreibung des an den organischen Körpern Geschehenden immer vollständiger mit den Mitteln gemacht werden könne, welche Mathematik, Physik, Chemie bieten.

Mit den chemisch-physikalischen Eigenschaften ist das Protoplasma den von den höhern Organismen her genauer bekannten Eiweisskörpern zuzugesellen. Wenn man die chemische Zusammensetzung und die Vorgänge in grössern thierischen Körpern prüft, so kann man die letztren ganz vorzüglich darauf zurückführen, dass als Nahrungsmittel eingeführte Verbindungen hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und für einen Theil auch aus Stickstoff, dann Schwefel, Phosphor, Eisen, durch den Körper durchgehn, indem sie Theile desselben bilden und dabei sich mit weiterm Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft in Oxydationsprozessen verbinden, wobei Wasser und Salze ohne oder auch mit Veränderung ihrer Atomgruppirung mitgehn. Die Endprodukte jener Prozesse lassen sich in den Ausscheidungen thierischer Körper mit ziemlich festen oder ganz bestimmten Eigenschaften nachweisen; zusammengesetztere unter ihnen werden auch unter solchen Umständen noch organische Verbindungen genannt, können aber zum Theil künstlich nachgemacht werden. Schwieriger ist es, die Konstitution der vorausgegangenen Zustände zu bestimmen, um so schwerer und weniger fest, je weiter die Substanzen noch von der Ausscheidung entfernt sind, je mehr sie noch im Leben stehn, namentlich wenn sie stickstoffhaltig sind.

So hat das Räthsel des thierischen Lebens sich immer mehr auf diese schwer fassbaren stickstoffhaltigen Bestandtheile organischer Körper zurückgezogen. Solche sind in der Regel, und grade die am meisten im Leben stehenden müssen das vorzüglich sein, leicht veränderlich und erscheinen deshalb und wegen der Mischung unsicher in der Zusammensetzung, sind unkrystallisirbar, vielleicht dies nur deshalb, weil sie fortwährend zur chemischen Umänderung geneigt sind und Mischungen bilden. Sie sind nicht als einfache, reine Körper sondern als Mischungen von Verbindungen ungleicher, wenn auch oft nahe verwandter Zusammensetzungen, zu betrachten, deren Faktoren nur unsicher und schwer getrennt und bestimmt werden können. So gestatten die aus Elementaranalysen berechneten Zusammen-

setzungen wenig Schlüsse auf die chemische Konstitution. Die hier wegen des regelmässigen Vorkommens hauptsächlich in Betracht kommenden sind, weil dem Hühnereiweiss verwandt, Eiweisskörper, Albuminate genannt worden. Nach Verschiedenheiten für Fällung und Gerinnung unterscheidet man aus Hühnereiern, Blut, Muskeln gewonnene Albuminate als Albumin, Fibrin, Globulin, Myosin mit folgenden Gränzwerthen:

C 52,7 — 54,5 %
H 6,9 — 7,3%
N 15,4 — 16,5%
O 20,9 — 23,5%
S 0,8 — 1,6%

Da Mulder sie als Verbindungen eines Radikals, des Protein, mit ungleichen, aber im Einzelfalle feststehenden Aequivalenten, Schwefel und Phosphor, hinstellte, haben sie, trotz der Unhaltbarkeit dieser Theorie, den Namen Proteinkörper behalten. Nach obiger Tabelle ist der Unterschied absolut am grössten in den Mengen des Kohlenstoffs und Sauerstoffs. Nach den Versuchen von Matthieu und Urbain enthält das Eiweiss an Gasen neben Sauerstoff und Stickstoff wesentlich Kohlensäure; entzieht man diese, so gerinnt es auch bei 100° C. nicht, bleibt aber fällbar durch Alkohol, Säuren und Salze. Man könnte annehmen, dass die Kohlensäure in flüssigem Albumin frei, im durch Hitze geronnenen gebunden sei, dass also Kohlensäure bei Erwärmung Eiweisskörper wie andre Säuren gerinnen mache; Ammoniak, indem es die Kohlensäure annimmt, lässt das gelöste Eiweiss wieder herstellen, wenn man das kohlensaure Ammoniak durch Erwärmen entfernt. Durch Wegnahme der Salze verwandelt man Albumin in Globulin, welches schon in der Kälte durch Kohlensäure gefällt, dann durch Einströmen von Luft oder einem neutralen Gas wieder gelöst wird, nach Zusatz von kohlensaurem Ammoniak aber erst bei 70° gerinnt. So könnte man das Globulin, wie Mulder das Protein, als Ausgangspunkt für die verschiednen Eiweisssubstanzen betrachten.

Die Eiweisskörper sind in fast allen Geweben thierischer Körper vorhanden, es wäre sogar der Name Gewebe an ihre Gegenwart zu binden, obwohl nicht jeder Eiweisskörper Theil eines Gewebes zu sein, als Nachweis eines Gewebes angesehn zu werden braucht. Sie drehen die Polarisationsebne links, gerinnen durch Hitze, Mineralsäuren, anhaltende Einwirkung des Alkohols, wohl durch Wasserentziehung, wandeln sich durch Wassereintritt in Peptone, verbinden sich mit Säuren zu Säurealbuminaten, so Syntonin, mit Alkalien zu Alkalialbuminaten, so Albumin zu Kasein, welches dann nicht bei blosser Erhitzung, sondern nur, wenn zugleich Säure zugesetzt wird, gerinnt. Sie verändern also ihre Zustände und Löslichkeit sehr leicht unter in den organischen Körpern ganz gewöhnlich gebotnen Verhältnissen. Sie werden deutlicher damit nachgewiesen, dass sie mit

Salpetersäure gelb werden, unter Bildung von Xanthoproteinsäure, die dann bei Zusatz von Alkali roth wird; dass sie sich mit salpetersaurem Quecksilberoxyd bei Anwesenheit von wenig salpetriger Säure, dem Millon'schen Reagens, bei 60° roth färben, wahrscheinlich durch Bildung eines der Eiweisszersetzungsprodukte, das Tyrosin; dass sie mit Kupfersulphat und Kali eine violette Färbung annehmen. Verdünntes Eiweiss in Schwefelsäure getröpfelt giebt eine von der zugefügten Menge abhängige Farbenskala von Grün durch Gelb und Roth zum Violet aufsteigend, wodurch wohl am besten bewiesen wird, dass es sich bei dieser wie bei andern Farbenreaktionen um Bildung von Zersetzungsprodukten handelt.

Die Eiweisskörper werden bei Thieren in denselben oder ähnlichen Zusammensetzungen, wie sie sich in der lebenden Substanz arbeitend finden, in grössern Mengen als Nahrungsmittel eingeführt, überall in der Natur ursprünglich durch Pflanzen als Pflanzeneiweisskörper bereitet, wenn sie auch im Einzelfalle schon, durch andre Thiere durchgegangen, sich als Produkte dieser in Milch, Eiern, Fleisch, Blut u. s. w. bieten.

Die Pflanzen stellen die Eiweisskörper, wie das am besten die Hefenzellen beweisen, aus Zucker und Ammoniaksalzen oder salpetersauren Salzen, wahrscheinlich in allmählicher Heranbildung, dar. Pilzsporen, chlorophylllose Pflanzenzellen, vermögen nach Pasteur aus Traubensäure, nach Zöller auch aus andern organischen Säuren, in Verbindung mit Ammoniak und den Salzen, Eiweisskörper, Fett, Kohlenhydrate zu bereiten. Die Bildung von Eiweisskörpern ist auch in grünen Pflanzen nicht an die Thätigkeit des Chlorophylls gebunden, sondern kann in chlorophylllosen Zellen geschehn, denen von den Wurzelfasern beschafftes Ammoniak oder salpetersaure Salze und von den Blättern Kohlenhydrate und Fette übertragen werden.

Aber die Beschaffung der Kohlenstoffverbindungen, welche dabei nöthig sind, erscheint an die Gegenwart des Chlorophylls oder nahe verwandter Körper gebunden. Sachs hat diese Beschaffung organischer Substanz als Assimilation jeder weitern Verarbeitung als dem Stoffwechsel entgegengesetzt. Das ist nur generell und so nur für Pflanzen anwendbar; die Assimilation, das Ausgewinnen gleicher Substanz an einzelnen Elementen müsste danach auch bei den Pflanzen in den Stoffwechsel fallen und die ganze Assimilation bei Thieren. Diese hätten dann keine Assimilation. Es ist deshalb besser die Assimilation nicht dem Stoffwechsel entgegenzustellen, sondern sie als die erste Handlung demselben zu subsumiren, einerlei woher und in welcher Beschaffenheit die Stoffe entnommen werden; zweite Handlung ist die weitre innre Verarbeitung; dritte die Ausscheidung; alle diese auf das Innigste in einander übergehend.

Die zunächst gebildete Kohlenstoffverbindung ist fast immer Stärkmehl; Allium cepa bildet sofort Zucker, die Oelbaumblätter bilden vielleicht Mannit, Musen und Strelitzien Oele. Die Stärke oder die andern ge-

nannten Stoffe treten zuerst neben dem Chlorophyll auf. Erzeugt werden sie nur aus der Kohlensäure und dem Wasser unter der Einwirkung des Lichtes. Die vom Lichte geleistete Arbeit ist annähernd zu messen nach dem Verbrennungswerth der im Licht gebildeten Pflanzensubstanz. Die chemischen Vorgänge werden dabei vorwiegend oder allein bewirkt durch Strahlen mittlerer und niederer Brechbarkeit, zwischen Grün und Roth. Der Begriff der chemisch wirksamen Strahlen, wie man ihn von Silbersalzen, Chlorknallgas und andern anorganischen Verbindungen hergeleitet hat, passt also nicht bei Umgestaltung der Kohlensäure und des Wassers zu Stärkmehl und Zucker, welche eine Desoxydation ist, er findet jedoch in den Pflanzen seine Anwendung, wo es sich um sogenannte mechanische Leistungen handelt, welchen Oxydationen zu Grunde liegen. Das Chlorophyll selbst entsteht aus dem Protoplasma. Gelbe Chlorophyllkörper sondern sich im Dunkeln von diesem, aber sie ergrünen erst im Lichte, ebenfalls am meisten im gelben Lichte, und schon bei so geringer Einwirkung, dass dabei Stärkebildung noch nicht stattfindet. Eine bestimmte Wellenlänge 0,0005889 giebt das Maximum der Kohlensäurezersetzung. Bedeutsam ist dabei auch die Menge des gebotnen Materials an Kohlensäure und die Temperatur und die Proportion aller Faktoren. Das Chlorophyll ist stets von Protoplasma begleitet und eine wirksamere Lagerung der Chlorophyllkörner an der dem Lichte zugewandten Fläche der Zellen, Epistrophe, geschieht unter Bewegungen des Protoplasma's. Da in chlorophylllosen Zellen das Protoplasma allein die Epistrophe nicht zeigt, wird wohl auch diese durch das Chlorophyll selbst vermittelt. Bei Lichtentziehung schwindet die Stärke. Mir scheint nicht, dass man darum sagen dürfe, Stärkeauflösung sei Funktion des nicht beleuchteten, wie Stärkebildung des beleuchteten Chlorophylls; ich meine vielmehr, die Auflösung des Stärkmehls als Funktion des Protoplasma ansehn zu sollen, da im Lichtmangel später das Chlorophyll selbst zerstört wird. Die Stärke erst, dann das Chlorophyll schützen das Protoplasma vor Selbstverbrauch, sowie in Thieren das Fett die Eiweisskörper. Dieser Verbrauch geht rascher mit der Temperatursteigerung. In Spirogyra lässt sich der Beginn der Stärkmehlbildung im Lichte nach einer Einwirkung von fünf Minuten nachweisen. Das Protoplasma bildet also im Lichte für grüne Pflanzen einen besondren Körper, das Chlorophyll, aus, welcher bei Steigerung des Lichtes Kohlensäure und Wasser als organische, stickstofflose Substanz zu fixiren und dem Protoplasma darzubieten vermag. Die chlorophyllhaltigen Zellen sind für die chlorophylllosen Zellen derselben Pflanzen, für die chlorophylllosen Pflanzen, welche parasitisch in der lebenden oder in der zerfallenden organischen Substanz sich nähren, und für die Thiere die Bereiter der Kohlenstoffverbindungen. Gebildete Stärke kann sich in Zucker und Zellhäute, Fette können sich durch Zucker in Stärke und Zellhäute umwandeln; Stärke, Zucker, Inulin können ein-

ander völlig vertreten. Auch können Fette und Kohlenhydrate im Umlauf durch den Pflanzenorganismus Gerbstoffe, Pflanzensäuren, Farbstoffe als Nebenprodukte liefern. Auf einer solchen Grundlage können, wie oben von den Hefenpilzen gesagt, auch wenn sie sie sich selbst nicht zu bereiten vermochten, chlorophylllose Organismen Proteinkörper bilden, das heisst, sie können aus jenen stickstofflosen Stoffen stickstoffhaltige herstellen. Es geschieht das wohl auch bei chlorophyllhaltigen Pflanzen mehr in einer Gegensätzlichkeit zur Bildung der niedersten Stufen organischer Substanz, einer Gegensätzlichkeit, sei es für den Platz, die Organe, sei es für die Arbeitszeit, besonders mit Rücksicht auf Grad und Art der Lichteinwirkung.

Die Bildung der Eiweisskörper kann verglichen werden der Herstellung von Ammoniaksalzen organischer Säuren; Rochleder meint, dass die Radikale der hoch zusammengesetzten Alkohole fetter Säuren sich am ersten als die Grundlage solcher Stickstoffverbindungen ansehn liessen. Dazu würde die Lieferung von Fettsäuren bei starkem Verbrauch von Proteinkörpern, in der Muskelarbeit, von der andern Seite her passen. Jene fetten Säuren wären dann aus den Kohlenhydraten und Fetten abzuleiten; wie sie in minimalen Mengen entstehn, würden sie sofort aus Ammoniak- oder salpetersauren Salzen den Stickstoff an sich nehmen. Hunt hat auch schon 1848 nachgewiesen, dass Knochenleim annähernd die Zusammensetzung eines Amids der Kohlenhydrate habe, wie man umgekehrt aus Leim Zucker erhalte. Die Erhitzung von Kohlenhydraten mit Ammoniak liefert nach Kekulé unter Wasseraustritt stickstoffhaltige, leimähnliche Substanzen. Dusard erhielt 1856 aus Traubenzucker, Milchzucker, Amidon bei Erhitzung mit wässrigem Ammoniak auf 150° und Fällung mit Alkohol zähe stickstoffhaltige Fäden, die wie Eiweisskörper mit Gerbsäure unlöslich und der Fäulniss widerstehend wurden; ähnlich Stützenberger 1861 aus Dextrin. Der Stickstoffgehalt war immer mindestens etwas kleiner als in den Proteinkörpern. Für die originale Konstitution der Eiweisskörper ist auch die Gegenwart des Schwefels nöthig, der aus schwefelsaurem Kalke entnommen werden kann. Aus der Ablagerung von dabei entstehendem oxalsaurem Kalke in Krystallen in der Umgebung des Phloëms, der äussern Gewebelage am Fibrovasalstrang, glaubt Sachs eine Stelle der Eiweissbildung in den Siebröhren von Gefässpflanzen erkennen zu können. Es ist auffallend, welch' grosse Mengen von salpetersaurem Kali Pflanzen aufnehmen können ohne daran zu Grund zu gehn; dass parasitische, namentlich Schimmelpflanzen den Stickstoff auch aus höhern organischen Verbindungen entnehmen können, ist eher wahrscheinlich.

Die stickstoffhaltigen Körper sind in Pflanzen veränderlich und können aus einander hervorgehn. Der Waizenkleber im Endosperm wird löslich; beim Keimen der Papilionaceen geht nach Pfeffer das in den Kotyledonen reservirte Legumin in höher oxydirtes Asparagin über, welches im

Parenchym zu den Organen geführt werden kann. Bei Entwicklung im Licht wird dann das gesammte Asparagin wieder zu Eiweisskörpern regenerirt, Kohlenstoff und Wasserstoff werden wieder aufgenommen, im Sinne des Lebens eine Rückbildung. Pfeffer meint, dass diese Bildung des Asparagins auf einer Abspaltung eines stickstofffreien Körpers beruhe.

Auch Thiere können Albuminate aus den nahe stehenden stickstoffhaltigen Albuminoiden bilden, die meist schwefelfrei sind, Muzin, Glutin, Serizin, Fibroin der Seide, Ceratin, Elastin und aus Stoffen, welche komplizirter sind als Eiweisskörper und zum Theil, wie Hämoglobin, Eiweisskörper als Spaltungsprodukte ergeben; aber sie können keine zusammengesetztern stickstoffhaltigen Körper, Eiweisskörper, aus Kohlenstoffverbindungen und Ammoniak oder der Salpetersäure salpetersaurer Salze zusammensetzen. Umwandlung von Eiweisskörpern und Synthese höher zusammengesetzter aus niedern spielt im thierischen Leben eine grosse Rolle. Die Beschaffung der im thierischen Körper arbeitenden Eiweisskörper geschieht nicht durch direkte Einverleibung unveränderter zugeführter Stoffe im Magen; solche werden erst in Peptone umgewandelt und diese dienen weiter.* Die Eiweisskörper bewegen sich zwischen weniger veränderlichen, Reserve bildenden, Substanzen, die fest, sogar unvollkommen krystallinisch sein können, einerseits und dem wandelbaren beweglichen Protoplasma andrerseits. Dieses aus den verschiednen andern Zuständen herzustellen, haben die Organismen eine sehr verschiedne Kraft und, wie wir die Fähigkeit, die kohlenstoffigen Grundlagen und die stickstoffhaltigen Verbindungen derselben zu gewinnen, bei den Pflanzen ungleich gegeben sahen, so besteht für die Thiere eine ungleiche Fähigkeit in Verwendung verschieden gearteter kohlenstoffiger und stickstoffhaltiger Verbindungen zu ihrer Ernährung. Eines passt nicht gleichmässig Allen.

Soweit an Protoplasma, der beweglichsten Eiweisssubstanz, Reaktionen auszuführen sind, stimmen sie also mit den allgemeinen Reaktionen der Eiweisskörper. Es ist leicht klar, dass dabei die Unbestimmtheit des Begriffs Eiweisskörper erst recht in Kraft bleibt und die geringen Mengen in der Regel eine schärfere Bestimmung des Einzelfalles nicht gestatten. Doch ist die innre Verschiedenheit nachzuweisen. So hat Kühne gezeigt, dass die Substanz einer Amöbe zum Theil bei einer niedern, zum andern Theil erst bei einer höhern Temperatur gerann. Da ausserdem dem fraglichen Eiweisskörper, leicht erkennbar, noch Fette, körnige und anders geformte Substanzen, bei Pflanzen auch Stärkmehlkörner, beigemischt zu sein pflegen, theils solche, die noch einer Oxydation unterworfen werden sollen, theils

* Nachdem man erst gemeint, alles Eiweiss müsse peptonisirt werden, sahen Brücke, Voit und Bauer sowie Czerny es auch ohne das zur Resorption kommen. Fick meinte, das Pepton zerfalle leichter als Eiweiss und ohne organisirte Substanz zu werden; nach Maly und Plosz stellt es jedoch eine vollkommne Eiweissnahrung dar.

vielleicht schon durch sie hindurchgegangene, Ausscheidungsprodukte, so kann man aus dem physikalisch-chemischen Verhalten mit vollem Grunde die Vorstellung bilden, es seien im kleinsten Protoplasmaklümpchen die Bedingungen zu ähnlichen Prozessen und Endergebnissen vorhanden, wie sie der Stoffwechsel ganzer grösserer Organismen zeigt.

Von den physiologischen Erscheinungen am Protaplasma ist die Bewegung am meisten behandelt worden und es wurde oben mehreres hierher Gehörige berührt. Hartig hat die Strömungen durch Zusammenziehung peripherischer Theile, welche von dem passiv Bewegten zu unterscheiden unmöglich sei, geschehn lassen und Brücke meinte, Protoplasma fliesse nicht, sondern schwelle in fortrückenden Wülsten an. Das setzt nur formveränderliche Rinden an Stelle aufgegebner formveränderlicher Häute, in welchen übrigens das Besondre des Zustandekommens eben so unbekannt bleibt, als wenn die ganze Masse in Betracht kommt. Kühne hat sich besonders mit dem Vergleich des Protoplasma's verschiedner Herkunft und der Muskelsubstanz beschäftigt. Der Begriff der Kontraktilität für solche Substanzen ist genommen von der Muskelaktion im Sinne einer Verkürzung mit Verbreiterung. Die Vorarbeiten über den Muskel selbst ergaben 1859, dass die als Kontraktion verstandne Leichenstarre veranlasst sei durch eine Gerinnung, identisch mit der durch Wärme, welche nach frühern Erfahrungen in mässigerer Anwendung die Muskelaktion vermehrt. Der Dunst von Ammoniak veranlasse wulstige Erhebung, welche Kontraktion bedeute. Die Kontraktion geschehe auf gewisse physikalische und chemische Einwirkungen, welche schliesslich zerstören, und sei so zu denken, dass Flüssigkeitstheilchen ihre Stelle verlassen, um nach Aufhören der Kraft, die sie in eine neue Lage versetzt hatte, sich in der Art zu ordnen, wie sie dem Gewicht nach liegen müssen, nicht nothwendig so, wie sie vorher waren. Die durch chemische Umändrung eintretende Gerinnung fixire dann die Lage. Anfangs meinte Kühne die Bewegung der Amöben oder der Sarkode Dujardin's damit ganz gleich auffassen zu sollen. Die Behandlung von Amöben aus Seewasser mit Reizen, die den Muskel in Kontraktion tödten, Induktionsstrom, verdünnter Salzsäure, Rhodankalium, ergab jedoch nicht die entsprechenden Wirkungen. In einigermassen konzentrirten Alkalien stellten die Amöben die Bewegungen rasch ein und lösten sich auf. Bei Erhitzen auf + 35° R. erstarrte die Sarkode wie der wärmestarre Muskel. Die Fäden der Rhizopoden verhielten sich wie die Amöben. Auf Monaden, Vibrionen, Gregarinen wirkte der Induktionsstrom nicht. Eigentliche Infusorien starben nicht bei + 35° R., aber bei Induktionsströmungen. Der Stiel der Vortizellen wurde bei + 40° todtenstarr und verhielt sich gegen den Strom wie ein Froschmuskel. Kühne glaubte schliessen zu dürfen, vom Menschen bis zu den Infusorien sei eigentliche Muskelbewegung vorhanden, es sei jedoch davon die Bewegung der Sarkode,

der Wimperhaare, der Samenfäden durchaus verschieden. 1864 stellte jedoch Kühne eine Gleichartigkeit der ungeformten kontraktilen Elemente in niedern Thieren, Sarkode und Pflanzenprotoplasma mit den geformten kontraktilen Substanzen fest, namentlich gleiches Wesen aller dieser in spontaner Koagulation nach Aufhören der Bewegungserscheinungen, nach elektrischer Reizung und bei einer im Vergleich zum Gerinnungspunkt andrer Eiweisskörper auffallend niedrigen Temperatur, für die verschiednen Arten der Untersuchungsobjekte ungleich, sich bewegend zwischen 35—50° C., die Gerinnung im Muskel dabei herrührend von freier Säure. Die Amöben des süssen Wassers stimmten dazu besser. Sie nahmen nach Induktionsströmen Kugelgestalt an, gerannen dann und platzten. 35° C. ertrugen sie nur vorübergehnd, gingen in 1°/₀ Lösungen von Kochsalz und Alkalien zu Grunde mit Gerinnung nach vorausgegangner lebhafterer Bewegung. Wasserstoff machte vorübergehend starr, Kohlensäure dauernd leblos, wobei junge eingeschlossne Brut erhalten blieb. Bei Actinophrys Eichhornii aus einer durch ihre mehr ständigen Strahlen von den gewöhnlichen Rhizopoden abweichenden Gruppe wirkte der Induktionsstrom, indem er die Pseudopodien zurücktrieb, die später wiederkehrten. Solche Einwirkungen von Chemikalien, welche der Zerstörung vorausgehn, nannte Kühne chemische Reizbarkeit des Rhizopodenplasma. Die Gifteinwirkungen, welche Schultze mit Veratrin und Strychnin erhalten hatte, rühren nicht allein von der alkalischen Qualität her; Aether und Chloroform machten auch Gerinnung und die Wärmestarre trat bei + 45° C. ein. Die koagulirte Masse zerfiel bei Druck zu festen Stückchen und Körnchen. Die physiologische Beweglichkeit der Amöben scheint mir auffällig abzuhängen von ihrem augenblicklichen Zustand, für welchen Verschiedenheit, wie ersichtlich an Beimischung geformter Körner u. dgl., so auch angenommen werden muss für das durchsichtige Protoplasma. Gut gefütterte Amöben sind träge, solche, welche wenig Moleküle enthalten und sehr zart erscheinen, senden am lebhaftesten Fortsätze aus und theilen diese am meisten in Aeste. (Fig. 5 pag. 63.)

Weil Flimmerhaare zum Plasmakörper gehören, sind auch die Versuche über Einfluss der Gase auf deren Bewegung hier zu erwähnen. Wie Protoplasma wurden sie unbeweglich, wenn man den Sauerstoff abschnitt; bei der geringsten Zufuhr desselben kam die Bewegung zurück. Die Flimmerhaare entnahmen den Sauerstoff auch Körpern, an die er gebunden war, so dem Oxyhämoglobin, dem Sauerstoff führenden Blutfarbstoff. In einer mässig mit Kohlensäure geschwängerten Atmosphäre stand die Bewegung; neutralisirte man aber durch einen Strom kohlensauren Ammoniaks, so blieb sie im Gange. Jener Stillstand, eine Säurewirkung, kam auch durch Essigsäure zu Stande. Das kann vielleicht auch bedacht werden bei Virchow's Anregung der Flimmerbewegung oder Kölliker's Belebung der Spermatozoen durch Alkalien. Kohlenoxydgas hemmte die Bewegung nicht.

Hofmeister hat eine Theorie der Protoplasmabewegung für Pflanzen aufgestellt. Das Thatsächliche der Untersuchungen war Folgendes. Eine Schicht Protoplasma lässt ähnlich diffundiren, wie eine thierische oder pflanzliche Membran oder deren oben beschriebne Nachahmung mit verschiednem Verhalten gegen verschiedne Flüssigkeiten und Lösungen; sie weist, namentlich so lange das Protoplasma unverändert ist, Farbstoffe zurück. Die Imbibitionsfähigkeit kombinirt sich mit Bildung von Vakuolen bis zum Platzen. Man könnte sagen, die Imbibition wird durch das Eintreten der Flüssigkeiten bei einer gewissen Spannung in diese Binnenräume in Schranken gehalten. Hofmeister nimmt dabei an, dass in der Vakuole eine Protoplasmamasse enthalten sei, deren Dichtigkeit sich so verringre, dass sie sich von der dichtern Rindenschicht trenne; es ist aber sehr unwahrscheinlich, dass diese Flüssigkeit immer dem Protoplasma zugerechnet werden könne; der Begriff Protoplasma würde dabei allen Halt verlieren. Nach Kleinenberg scheint sie bei Hydra fast klares Wasser zu sein. Das Protoplasma kann sich nach Aussen und gegen die Vakuolen verdichten. Flüssigkeitsentziehung mindert Imbibition und Vakuolen und so das Volumen; Flüssigkeitszutritt bedingt Zunahme, so dass Hofmeister bei Pollenmutterzellen den kubischen Inhalt einer Protoplasmakugel sich um das mehr als Zweiundeinhalbfache vermehren sah. Macht man Flüssigkeitsentziehung durch weiter nicht schädliche konzentrirte Lösungen, so verliert sich die Fähigkeit, sich wieder auszudehnen, erst allmählich. Das Protoplasma ändert sein Imbibitionsvermögen leicht; schon auf gesteigerte Zufuhr frischen Wassers verdichtet es sich, gerinnt und wird bei stärkeren Schädlichkeiten körnig, vielleicht in pektöser Umwandlung. Ausdehnung und Zurückziehung in ungleichem Effekt bedingen die Oberflächengestaltung und das Wandern der Masse. Durch Erschütterung, Druck, elektrische Schläge, starken Temperaturwechsel, Wechsel der Konzentration umspülender Flüssigkeit werden die Bewegungen aufgehoben oder so verändert, dass die Massen sich ziemlich kuglig zusammenziehn. Die Bewegungen geschehn bei verschiednen Pflanzen mit ungleicher Schnelligkeit und erlöschen in verschiednen Gränztemperaturen nach Oben und Unten. Sie können so lebhaft werden, dass das Protoplasma wie in Strömen zu fliessen scheint. Die innern Ströme greifen, wie das Engelmann 1867 für Hornhautkörperchen bestätigte, nach rückwärts um sich, können also nicht von einem Drucke a tergo, durch Zusammenschnüren, herrühren.

Hofmeister begründet das Zustandekommen aller Arten von Bewegung am Protoplasma auf Verändrung des Imbibitionsvermögens. Er hält dafür unerlässlich die Annahme einer Organisation des Protoplasma's, wie auch Brücke in der Zelle einen Organismus von verborgner Architektonik sah. Hierbei legt er, Nägeli folgend, zu Grunde die Vorstellung der molekularen Konstitution von Lösungen und Quellungszuständen dahin, dass

jedes Molekül fester Substanz von einer Hülle von Flüssigkeit umgeben sei. Wenn bei verringerter Imbibitionskapazität die Flüssigkeitszone abnimmt, so rücken die Moleküle näher an einander und umgekehrt. Hofmeister sagt dann, wenn ein Molekül mit abnehmender Wasserkapazität an eins mit zunehmender gränze, so folge eine Annäherung. Das gilt nur, wenn Abnahme beim einen und Zunahme beim andern eine Vermehrung der Differenz mit sich bringt. Bei gleich grossen Flüssigkeitszonen haben die Moleküle die bei Vertheilung einer gegebnen Menge Flüssigkeit an eine gegebne Zahl von Zentren grösste mögliche Distanz. Ueberhaupt scheint die Einführung von Molekülen mit Flüssigkeitszonen in die Betrachtung, also Gegensetzung von zwei Substanzen in Theilchen, für deren formale Vorstellung durch die Beziehung von Durchmesser und Masse schon gewisse Postulate gegeben sind, mit der Annahme der Raumverschiebung, zunächst nur für die flüssigen, schwierige, unbeweisbare, unnöthige und unwirksame Bedingungen mit sich zu bringen. Leichter, weil von dem Postulate gestalteter Theile frei, wäre eine Vorstellung einer einheitlichen Flüssigkeit, in welcher die festen Moleküle ihre Stellung veränderten, wobei dann durch die veränderte Anziehung dieser die Form des Ganzen verändert würde. Aber die Unterscheidung von Molekülen ist auch da unnütz. Wenn wir den Vorgang beschreiben als Theilanziehung, deren Auftreten als Kohäsion gleicher oder als Adhäsion verschiedner Substanzen von dem jeweiligen örtlichen Zustande abhängig ist, kommen wir genau eben so weit. Die Theilanziehung und die ihr entgegenstehnden Widerstände verändern sich mit der Konstitution der Protoplasmamasse oder der der Umgebung, sie können für verschiedne Theile ungleich sein und sind das wohl in der Regel. Die Anziehung verhält sich ebensowohl ungleich in Beziehung auf die Flüssigkeiten, in welchen sich der ganze Klumpen befindet, oder welche an ihn herantreten, oder in ihm liegen, als innerhalb der Masse.

Wenn wir uns in der Beschreibung darauf beschränken, brauchen wir den Aggregatzustand des Protoplasma, der die Autoren mehrfach beschäftigt hat, nicht zu bestimmen. Brücke hatte 1861 gesagt, der Aggregatzustand des Zellenleibes sei weder fest noch flüssig, auch reiche der Ausdruck nicht, er sei gemischt. Wenn man ihn gallertig oder sulzig nennen wollte, so sei das nicht zutreffender, als wenn Kinder eine Qualle so nennten, weil sie deren Bau nicht kennten. Häckel stellte 1866 für organische Stoffe einen neuen Aggregatzustand auf, den festflüssigen oder gequollnen, und er hielt denselben für die Erklärung der Lebenserscheinungen von äusserster Wichtigkeit. Derselbe gehe ebensowohl in den festen als den flüssigen untrennbar über.

Unsres Erachtens kann man für das unsichre Gemisch, welches im lebenden Protoplasma gegeben ist, von einem bestimmten einheitlichen Aggregatzustand überhaupt nicht reden. Flüssigkeiten verschiedner Konstitution

oder Sättigung, durch Gerinnung fest werdende und wieder sich lösende Substanzen, weitre beigemischte Bestandtheile haben in sich und gegen die umgebenden Medien so ungleiche und wechselnde Kohäsionen und Adhäsionen, dass sie mit ganz ungleicher Energie eine bestimmte Gestalt behaupten, auch in einem Theil als stützende Gerüste in einem andern als vollkommne Flüssigkeiten erscheinen können. Bald sind die Substanzen mischbar, bald nicht, bald gleich oder nahezu gleich, bald verschieden in spezifischem Gewicht. Alles das veränderlich bedingt Verändrung der Lagentheilchen; Abgabe und Aufnahme von Flüssigkeiten gegen die Umgebung, Gestaltverändrung. Wir leugnen nicht, dass das hier Geschehende für die Theorie der Aggregatzustände mit in Rechnung genommen zu werden verdiene, aber die Zusammenfassung in einem besondern Aggregatzustand wird kaum eine Lösung genannt werden können.

Wir haben uns die Bewegungen des Protoplasma zunächst so zu denken, dass zwischen einem lebenden Protoplasmaklumpen und der Umgebung eine Wechselwirkung besteht, für welche meist die Bewegung des Protoplasma der einzige Beweis ist. Das komplizirt sich dadurch, dass durch die Wechselwirkung der Protaplasmakörper selbst zugleich ein andrer wird und sich gegen auf ihn Wirkendes anders verhält als zuvor. Die Effekte gliedern sich, weil der Klumpen keine einheitliche Masse ist, oder doch nicht bleibt. Jedes Theilchen tritt den andern in gewisser Weise als Aussenwelt gegenüber. Die Wechselwirkungen bedingen in verschiedner Form Bewegung, Verschiebung der Massentheilchen, wie in der anorganischen Natur, wie z. B. Wärme Strömungen in Luft oder Wasser erregt.

Das in Einzelnes zu zerlegen ausser Stande, fassen wir das Ganze als besondre Eigenschaft des Protoplasma's, als Kontraktilität zusammen. Wir begreifen darunter, dass Substanzen auf sonst merkliche oder sonst nicht merkliche, durch die Einwirkung der Theile auf einander in der Substanz autogon entstehende, Einflüsse vorzugsweise durch Formverändrung reagiren, welche sich wieder durch ebenso autogone Bedingungen begleichen kann. In Ermanglung merklicher äussrer Einflüsse für den Augenblick nennen wir die Bewegung spontan.

Die Analyse des Begriffs Leben, der früher und allgemeiner gebildet wurde, als man ihn aufzulösen versuchte, ergiebt, dass Nachweis des Lebens nur durch Zustandsändrungen erbracht erachtet wird, welche offenbarer oder versteckter Bewegung sind. Leben ist nicht ohne Bewegung; Bewegung ist aber nicht überall Leben.

Die Auflösung in Theile ist eine Bewegungsform protoplasmatischer Massen. Bei den locker zusammenhängenden, in Flächenausbreitung netzartig verästelten Myxomyceten kann ein künstlicher Reiz, der andre Protoplasmamassen im Ganzen der Kugelform zu nähern pflegt, sie zusammenschnurren lässt, Theile sich einzeln zusammenziehn machen. Auch in

andern Fällen kann ohne Zutreten von weiterm Besondern solche einfachste Theilung als Form der Individuenvermehrung erscheinen. Eine Lagenveränderung der Theile macht den Beginn und führt durch Abschnürung zur Fortpflanzung. In der Regel freilich verknüpft sich ein solcher Vorgang mit weitern Erscheinungen und es erhält die Fortpflanzung dadurch eine bestimmte Ordnung.

Der gewöhnlichste Anlass zur Ablösung von Theilen oder Gehen in Theile ist Massenvermehrung; grade die Protoplasmamassen der Pflanzen beweisen diesen Zusammenhang. Dass verschiedenartige Protoplasmamassen in Beziehung darauf, wie lange sie einheitlich zu bleiben und wann sie sich zu theilen pflegen, sich verschieden verhalten, ist sehr annehmbar. Wie neben der Quantität äussre Umstände einwirken, so ist auch die Qualität in Rechenschaft zu ziehn. Die Steigerung eines Faktors kann den andern ergänzen. Für die Entstehung der ersten formalen Verschiedenheiten konnte das von Bedeutung sein. In Bathybius und Eozoon ist eine solche Auflösung der anwachsenden Individuen vielleicht kaum gegeben und gegeben gewesen oder die Möglichkeit ihres Eintretens ist doch eine wenig merkliche Eigenschaft; die in der Qualität und Quantität der Substanz dafür gegebnen Bedingungen sind unbedeutend gegenüber den sogenannten zufälligen Umständen. Unter den äussern Umständen, welche Gehen in Theile an einem protoplasmatischen Körper veranlassen, ist von besondrer Bedeutung die Einwirkung der Spermatozoiden in ihrem Effekte auf den Eikörper.

In gewissem Sinne kann eine Vermehrung der Individuen schon bei einer unvollständigen Trennung der Theile gefunden werden. Wenn Protoplasmamassen Ausscheidungen bilden, welche ihnen nicht mehr zugerechnet werden, mögen diese Membranen, Schalen, Grundsubstanz, Interzellularmasse heissen, so kann bei Trennung der Protoplasmakörper ein Zusammenhang durch jene erhalten bleiben. Sind Schalenwände, Membranen, Zwischenzellsubstanzen von Löchern oder Kanälen durchbrochen, so können auch Verbindungen des Protoplasma's voran bestehn, während doch Trennung und Selbstständigkeit der einzelnen Portionen desselben auffälliger ist.

Einen weitern Ausdruck für die Motive solcher Theilung zu geben, als dass die Kohäsionsverhältnisse durch die Massenzunahme oder durch andre physikalische und chemische Verändrungen verändert worden seien, ist nicht möglich.

Die dabei berührte Massenzunahme, denkbar ohne den Effekt der Theilung, geschieht bei organischen Körpern in der Art, dass sie aus in der Zusammensetzung ihnen nicht Gleichem etwas ihnen Gleiches herzustellen vermögen. Das pflegt man auszudrücken durch den Satz: „Organische Körper haben die Eigenschaft, sich zu ernähren“, und setzt das als allgemeinste Eigenschaft an erste Stelle. Da lebendes

Protoplasma und alle höhern organischen Bildungen nicht etwas Einheitliches darstellen, kann es sich nur darum handeln, dass aus den in Berührung gekommnen Substanzen etwas ausgewonnen werde, was in die Reihe der in jener Masse zulässigen oder verwendbaren Veränderungen hineinfällt, oder dass sich den Bestandtheilen des Protoplasma oder der höhern Elemente etwas Gleichartiges geselle, oder dass Protoplasmakörper und andre organische Theile die Stelle, die Gelegenheit abgeben, wo solche dienliche Verbindungen aus vorher Getrenntem hergestellt, oder aus weitern Verbindungen entnommen werden.

Auch für dieses Zugesellen von Stoffen und Wachsen ist die Beobachtung unter grössern Verhältnissen, an zusammengesetzten Körpern und in längern Zeiten, für das Verständniss des im Kleinen, in den Elementen, im Augenblicke Geschehenden maassgebend gewesen. Das Verständniss der Ernährung und des Stoffwechsels verdanken wir vorzüglich Liebig. Nachdem Mulder 1837 die Proteinkörper aufgestellt hatte, war die Bedeutung stickstoffhaltiger Nahrung und, weshalb stickstofflose das Leben nicht erhalten konnte, der Rechnung näher gelegt. Liebig und seine Schule gaben in der genauern Erkenntniss der Eiweissstoffe in Pflanzen die Grundlage für das Verständniss der Ernährung der Thiere aus Pflanzen. Dem liess Liebig 1842 die Lehre folgen, dass das Fett der Thiere nicht einfach aus den Pflanzen entnommen, sondern aus andern stickstofffreien Pflanzentheilen, Stärkmehl und Zucker, und, da erstres durch den Speichel in letztern verwandelt wird, nur aus letzterm, durch ein Leberferment gebildet werde. Auch die Bedeutung der Salze für die Ernährung, obwohl man solche als nothwendig kannte, war vor Liebig noch so gering, dass Schrader, Einhof, Braconot die mineralischen Bestandtheile noch von den Organismen erzeugt dachten. So entwickelte erst Liebig die zusammenhängende Lehre, die Pflanzen bilden unter Einwirkung der Wärme und des Lichts aus den binären, im Wasser und in der Luft enthaltnen Verbindungen, Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, nebst den Salzen die höhern organischen Verbindungen; die pflanzenfressenden Thiere nehmen diese zur Nahrung, sie wandeln Pflanzenalbuminate in Thieralbuminate, die stickstofffreien Kohlenhydrate, Fett, Amylon, Zucker in thierisches Fett und durch ihren Lebensprozess zerfallen die höhern Verbindungen wieder in binäre. Die Kraftäussrungen der Thiere werden lediglich gegeben durch Organe, in denen die stickstoffhaltigen eiweissigen Körper vorherrschen; diese zugeführt sind also Krafterzeuger, plastische Nahrungsmittel; die Kohlenhydrate, welche nicht Organe bilden aber besonders geeignet sind, sich beim Athmen zu oxydiren, sind Respirationsmittel, Wärmeerzeuger. Sein Satz, dass die ganze thierische Wärme Verbrennungswärme sei, focht sich in wenig Jahren gegen die aus den experimentellen Schwierigkeiten und Mängeln erwachsenden Einwände durch.

So wurde, abgesehen von den Modificationen dieser Lehre, die elementare Basis gegeben, dass lebende Körper zwar Zusammensetzungen besondrer Art enthalten, aber, und heute erscheint das ganz des Beweises entbehren zu können, so verbreitet ist dessen Annahme, dass in ihnen weder andre Grundstoffe sich finden als im Anorganischen, noch neue Mengen von solchen entstehn; dass Nichts in ihnen gebildet werden könne, welches nicht aus dem Empfangnen abzuleiten sei. Man kann aus dem somit im ganzen Stoffwechsel grössrer Organismen Geschehenden schliessen, dass Protoplasma wachse, indem es aus umgebenden, eindringenden, umschlossnen, tropfbaren und gasförmigen Flüssigkeiten und durch deren Vermittlung aus festen Körpern sich Bestandtheile aneigne, die theils Verluste ersetzen, theils darüber hinaus effektiven Zusatz geben können. Der oben geschilderte Vorgang der Bereitung ersten organischen Materials durch Pflanzen zeigte, dass Chlorophyll und Protoplasma, welches Chlorophyll durch Absonderung und Umwandlung von Protoplasmatheilen entstand und welches Protoplasma im Anfange des individuellen Lebens der Pflanze mitgegeben oder durch Umwandlung andrer Eiweisskörper hergestellt wurde, durch ein Zusammenwirken, wobei vielleicht ein Chlorophyllkorn als ein Organ des Protoplasma angesehn werden darf, zunächst Kohlensäure und Wasser in Stärkmehl umwandeln, welches dann unter gewissen, besondrer Untersuchung zu unterbreitenden, Umständen an andre Stellen geführt und in Umwandlung zu Zucker oder weiter organischen Säuren mit Ammoniaksalzen zusammentritt, endlich, allerdings wie es scheint nur in Berührung mit Eiweisskörpern, neue Mengen von Eiweisskörpern darstellend. Lange ehe man von solchen Einzelnheiten etwas wusste, ist, im groben Ganzen, das Wachsthum organischer Substanz 1796 von Reil für das ganze Thier, 1866 von Häckel um so mehr für die Anfangsorganismen, die Moneren, mit Krystallisation aus Mutterflüssigkeiten verglichen worden. Der Unterschied läge nach Häckel nur im Aggregatzustand, indem beim Krystall in erster Anlage wie bei weitrer Ueberführung von Mutterlauge in den Körper das Wasser, soweit es überhaupt eintritt, dem festen Aggregatzustand sich nicht in den Weg stellt, weil es chemisch gebundnes Krystallwasser ist, beim Moner dagegen durch das aufgenommne Wasser überall der „gequollene, festflüssige Aggregatzustand" eintritt. Reil hat „die Anziehung thierischer Materie nach den Gesetzen chemischer Wahlverwandtschaft" damit verglichen, dass aus einer Auflösung von Salpeter und Glaubersalz das eine oder andre Salz auskrystallisire, je nachdem man vom einen oder andern einen Krystall einlege. Häckel hat das als ein „Analogon des organischen Wachsthumprozesses in der anorganischen Natur" bezeichnet. Auch Schwann hatte darin, dass zur ersten Bildung einer Zelle eine gesättigtere Lösung nothwendig sei als zum Wachsthum einer schon vorhandnen.

was er sich übrigens nur statuirte, wie bei Krystallisation eine gesättigtere Lösung zum Anfang als zur Fortsetzung, eine Uebereinstimmung gefunden. Alle diese Vergleiche treffen nicht, dass die Organismen, wie das schon Schwann eingewendet hat, eine neue Zusammensetzung der in andern Verbindungen steckenden Grundstoffe zu geben haben. Die Anwendung wäre übrigens zu erweitern, weil die lebende Substanz überall vielfältig und gemischt ist aus in Art und Menge veränderlichen Bestandtheilen, ohne dass, wenn nur gewisse Gränzen eingehalten werden, die Eigenthümlichkeit der Erscheinungen, die wir Leben nennen, sich verlöre; weil also, in einer organischen Substanz eine Summe von Wirkungen neben einander und nacheinander vorkommen, jede einzeln vergleichbar der eines Krystalls in einer Lösung, die Gelegenheit zum Wachsthum bald an der einen, bald an der andern Stelle bietend. Alles das aber gälte nur, wenn die organische Substanz Gleichartiges in den Lösungen zur Verfügung hätte und dieses arrogirte. Das ist jedoch durchaus nicht der Fall. Die niedrigsten Organismen, nackte Plasmodien und einzellige Algen, müssen sich ihr Plasma machen, nicht solches anziehn; Stärkmehlkörner wachsen in Flüssigkeiten, die keine gelöste Stärke enthalten. Alles Wachsthum, auch das der Pflanzen, ist an Oxydation gebunden, es findet nur statt bei Durchtränkung der wachsenden Theile mit Luft, stets mit Kohlensäureentwicklung und Wärmeerzeugung. Organisches Wachsthum ist also nie einfache Arrogation gleichwerthiger vorhandner Theilchen. Wir kommen dem Geschehenden etwas näher, wenn wir aus einer Lösung von essigsaurem Kupferoxyd und essigsaurem Kalk, in zur Bildung des Doppelsalzes geeignetem Verhältniss, einmal einfach die beiden Salze, dann unter Einlegung eines Krystalls des Doppelsalzes dieses auskrystallisiren lassen. Hier wird durch den gegebnen Krystall eine Zusammenordnung bedingt, nicht nur eine Entnahme.*) Aehnliches könnte ein Theilchen organischer Substanz leisten. Es ist jedoch, wenn wir sehn, dass Chlorophyll die Stärkmehlbildung zu Stande bringt, auch weiter denkbar, dass überall eine Substanz nicht durch Anziehung und Einwirkung Bildung von ihres Gleichen bewirke, sondern die von etwas Anderm, welches erst wieder durch weitre Umstände zu jenem wird, oder das nicht thut. Schliesslich darf man, da wir weder in der organischen Substanz etwas für die innre Einheit dem Krystall Vergleichbares, noch in der Umgebung, aus welcher die Nährstoffe genommen werden, etwas der Lösung der organischen Substanz Entsprechendes, noch endlich im Vorgange der Ernährung ein direktes Ausgewinnen des Gleichen haben, den Vergleich der Ernährung organischer Körper mit dem Krystall in Lösung nicht über das Allgemeinste hinausführen, dass nämlich in beiden Fällen Gegenwart ge-

*) Nach den Untersuchungen von Marignac übt die etwaige Tendenz zweier Salze ein Doppelsalz zu bilden keinen Einfluss auf ihre Diffusionsfähigkeit aus, was dafür spricht, dass das Doppelsalz in der Lösung nicht schon gebildet ist.

wisser Körper nach chemischer Beschaffenheit oder Form Herstellungen, welche nach Gestalt, Zusammensetzung und Ort der Bildung bestimmt sind, begünstige oder überhaupt allein zu Stande kommen lasse. Dass die erste Arbeit für Assimilation wesentlich eine Einwirkung des Lichts auf Kohlensäure ist, lassen wir dabei deshalb ausser besondrem Betracht, weil sie nur unter den durch jene Körper gegebnen Bedingungen zu Stande kommt, und diese zu untersuchen die Aufgabe ist. Die Wichtigkeit jenes Hauptsatzes tritt übrigens um so mehr hervor, weil nach Aufhören der Lichteinwirkung und wo die besondern Einrichtungen sie zu ermöglichen fehlen, das Gegentheil der Assimilation, der Massenzunahme, der Verbrauch, auftritt, wenn auch theilweise verhüllt, durch den Umsatz, die Wandlung zu in andrer Beziehung lebensthätigeren Substanzen. Die Beschaffenheit organischer Körper, chemische und physikalische, stellt also Bedingungen einerseits für Aufbau, andrerseits für Verbrauch organischer Substanz in gewisser geordneter Weise.

Dafür muss die Eigenthümlichkeit der in lebenden Körpern vorhandnen und wirkenden Verbindungen, dass dieselben nämlich gewöhnlich sehr hohe Atomzahlen haben und in der Regel in Reihen von vielen Gliedern stehen, von denen die einander nächsten sehr wenig verschieden sind, in Betracht gezogen werden. Die Uebergänge von einer Verbindung zur andern können auf sehr geringe Anstösse eintreten und sind sanft. Auch der durch Vorhandensein einer Verbindung für weitre Bildung geübte Einfluss wird bei dem leichten Wechsel der Verbindungen wenig stark und bestimmt, mehr den Umständen nach verschieden sein; die im Gange befindlichen Prozesse werden nicht streng entweder sich grade so fortsetzen oder abbrechen müssen, sondern sich in leichteren Modifikationen bewegen können.

Fechner hat in seinen Ideen zur Schöpfung und Entwicklungsgeschichte der Organismen, auf welche überhaupt nur aus den Eigenschaften in Rückschluss gefolgert werden kann, unbefriedigt von der Meinung, dass Organismen sich nur durch die besondre chemische Konstitution und den festflüssigen Aggregatzustand unterscheiden sollen, das Abweichende aus den innern Bewegungszuständen abzuleiten versucht. Während die Theilchen der Moleküle anorganischer Substanz oder anorganischer Zustände Schwingungen machen zwar von verschiedner Amplitüde aber nicht mit Aendrung der Vorzeichen gegen die Nachbartheilchen, sollen die Theilchen organischer Moleküle sich in Kreisbewegungen und verwickelteren befinden, wodurch sie die gegentheilige Lage fortwährend wechseln und verkehren. In Wachsthum und Entwicklung sollen die aufgenommnen anorganischen Moleküle in diese komplizirtere Bewegung mit eintreten, ohne damit die Lebenserscheinungen wesentlich zu alteriren, während aus der blossen Wechselwirkung anorganischer Moleküle erfahrungsmässig Zustände mit dem Charakter der Lebenserscheinungen nicht hervorgehn. Es ist ihm also der

Bewegungszustand, nicht die Konstitution oder der Aggregatzustand, das Fundamentale des Organischen. Ein kosmorganischer Urzustand habe sich im Anorganischen der Stabilität genähert, während das für die Organismen wegen ihrer komplizirtern Abhängigkeit von der Aussenwelt viel schwerer werde, so dass sie dahin nicht zu streben scheinen. Man hätte also keinen Aufbau des Organischen aus dem Anorganischen sondern ein Sinken des Organischen, bunt bewegten, zum Anorganischen. Eine solche Vorstellung würde übrigens, wie es scheint, die Modifikation ertragen, dass bei einer gesetzten kosmischen Verändrung der Zustände im Ganzen zur Herstellung des Stabilen, in einer Richtung, die man die absteigende nennen möchte, doch für Einzelnes die entgegengesetzte Richtung genommen sei und genommen werde, so dass innerhalb der unruhigen bewegten organischen Materie nicht überall und in jedem Augenblicke die Verhältnisse eher vereinfacht werden müssten, vielmehr für Einzelnes Differenzirung und Komplizirung möglich bleiben. Im Ganzen scheint die Vorstellung wesentlich dem Ausdruck geben zu sollen, dass die Vielheit der Vorgänge in der organischen Materie zu einer Einheitlichkeit für die einzelnen Fälle verbunden ist.

Wie von Fechner die Theorie des Organischen in Verbindung gebracht wird mit dessen anfänglicher Entstehung, so hat andrerseits Charlton Bastian, ein englischer Arzt, dessen Versuche über Abiogenesis 1872 Aufsehn erregt haben, an diese Experimente, jetzt aus todter Substanz lebende Wesen zu erzeugen, eine naturphilosophische Untersuchung geknüpft. Auf die Versuche selbst kommen wir an andrer Stelle zu reden. Bastian definirt den lebenden Gegenstand als eine unbeständige Anordnung von Materie, fähig durch Auswahl und interstitiale Aneignung neuer Materie, welche dadurch gleiche Eigenschaften annimmt, zu wachsen, ihre Zusammensetzung entsprechend den Aendrungen der Medien, in denen sie lebt, zu ändern und fähig, vermittelst Abtrennung von Theilen ihrer eignen Substanz durch eigne Thätigkeit sich zu vervielfältigen. Indem er glaubte, die Entstehung von Organismen in Flüssigkeiten verschiedner Zusammensetzung, sogar Lösungen gänzlich anorganischer Stoffe, in welchen alle etwaigen Keime getödtet und neue am Eintreten gänzlich behindert gewesen seien, nachgewiesen zu haben, meinte auch er, Materie sei nicht a priori organisch oder anorganisch, sondern der letztre Zustand entferne nur die ihm anheimfallende Materie aus dem Bereiche einer dynamischen Entwicklung und führe sie einem statischen Verhältnisse entgegen. Die Statik sei erreicht im Krystall, der sich aus sich selbst nicht mehr ändern könne. Sein einziges dynamisches Element, ihn mit dem Organischen enge verknüpfend, sei aus passenden Flüssigkeiten homogene Theile anzuziehn. Dem gegenüber stehe der dynamische Zustand der Kolloide, von denen wir bei den Zellimitationen Traube's sprachen. Die Veränderlichkeit dieser, wahrscheinlich Folge der grossen Moleküle, lasse sie meist einer fortwäh-

renden Metastase unterliegen; sie werden in den wässrigen Lösungen wenig festgehalten und sind ziemlich indifferent, im chemischen Verhalten als Säuren oder Basen zu fungiren. Da die wichtigsten plastischen Bestandtheile der Organismen zu dieser Gruppe gehören, könne man in ihnen den Ausdruck des Organischen finden. Ein absoluter Unterschied bestehe nicht; namentlich vermittelt die Kieselsäure, welche, wie die bestimmtesten Krystalle, auch amorphe Gallerten bildet. Auch könne man, statt dass sich unlösliche Verbindungen bei chemischen Reaktionen meist amorph niederschlügen, diesen durch sehr langsames Vorgehn eine so gute Krystallform geben, wie die, unter der man sie in der anorganischen Natur fände. Die Moleküle der Kolloide seien, in fortwährendem Wechsel ihrer Beziehungen und Stellungen, komplizirterer Verkettungen fähig, als sie früher vorhanden waren, des komplizirten Aufbau's zum effektiven Organismus, in welchem dann die Dynamik in vollste Wirksamkeit tritt. Danach geht Bastian ein auf die merkwürdige Eigenschaftendifferenz der die organischen Körper bildenden Grundstoffe, des chemisch stark wirkenden Sauerstoffs und Wasserstoffs und des trägen Stickstoffs und Kohlenstoffs, die drei ersten gasförmig, der letzte mit einer in der grössten Hitze den festen Aggregatzustand nicht aufgebenden Atomverbindung, woraus die wechselndsten Eigenschaften der Verbindungen, die nach Tausenden zu zählen sind, a priori erschlossen werden können. Sei aber das Heranbilden organisirbarer Materie zu organisirter nichts als Folge des Umsatzes physikalischer Kräfte, chemischer Kombination, so müsse man, wenn man die Bedingungen fände, Leben jeden Augenblick schaffen können, wie einen Krystall. Durch alles das ist auch nur dem Nichtablaufen und der Vielheit komplizirter Vorgänge in der organischen Materie Ausdruck gegeben.

Wenn die Ernährung der organischen Substanz neue Elemente zuführt, so treten solche mit ein in die Reihe von Zustandsändrungen, welche man mit dem Ausdruck Leben zusammenfasst. Die zugeführten Stoffe geben dabei Verbindungen auf, welche sie hatten, oder treten in neue ein. Mit dem Aufgenommenen wird bei den Thieren in der Hauptsache so verfahren, dass besonders eingeführter Sauerstoff sich mit den auf andern Wegen eingeführten Körpern, flüssigen oder festen, welche mindestens ternäre Verbindungen darstellen und überall schon sauerstoffhaltig sind, zu höhern Oxydationsstufen verbindet, welche endlich für die individuellen Lebenserscheinungen keine Verwendung mehr finden und aus ihrem Kreis austreten. Die Summe des so Geschehenden ist thierischer Stoffwechsel. Da dabei vorher greifbare, ein Eigenthum ermöglichende, durch ihre Spannkräfte und besondre Beschaffenheit direkt in unserm Interesse verwendbare Substanzen zum Theil alsbald gasförmig werden, und aus dem Einzeleigenthum austreten, zum Theil, zunächst minderwerthig gemacht, jenem Austritt wenigstens genähert werden, nennt man die Thiere Verbrauchsorganismen. Es

hat sich herausgestellt, dass, soweit Leben Bewegung fertiger organischer Substanz ist, auch das Leben der Pflanzen von Oxydation, von Verbrauch, abhängt. Diese Oxydation wird als Athmung an der ausgeschiednen Kohlensäure nur merklich, wenn die assimilirte Kohlensäure eine geringre Menge bildet, als die ausgeathmete. Chlorophyllfreie Pflanzen und chlorophyllfreie Organe an Pflanzen zersetzen, assimiliren Kohlensäure nicht; erstre lassen also deren Bildung in der Athmung immer erkennen; die andren im Dunkeln, oder wenn durch besondre Umstände die Kohlensäurezersetzung unter deren Bildung sinkt. Alles Wachsthum, alle Bewegung, alle Wirksamkeit des Protoplasma erscheint an Sauerstoffaufnahme gebunden und führt vorzüglich zu Kohlensäureausathmung. Wie am Protoplasma, macht sich die Abhängigkeit der Bewegung von der Athmung auch bemerkbar an den beweglichen Blättern; ohne Sauerstoff verlieren sie ihre Besonderheit. Manchmal erzeugt die Oxydation auch in Pflanzen merkliche Wärme; so in keimender Gerste, quellenden Erbsen; der spadix blühender Aroideen vermag ein Thermometer um 10° C. zu erhöhen; meist ist die Wärmemenge zu gering, die Abkühlung durch Verdunstung zu bedeutend, die gleichzeitige Kohlensäurezersetzung durch Chlorophyll der Beobachtung hinderlich. Sogar kann sich an Pflanzen Phosphoreszenz mit sehr ausgebildeter Athmung verbinden.

Athmung hat also für Pflanzen dieselbe Bedeutung wie für Thiere, die Oxydation stört das Gleichgewicht der Stoffe und erhält die Bewegung, welche das Wesen des Lebens ausmacht; sie ist die Ursache des Verlusts an Substanz, aber die beständige Quelle der innern Kräfte.

Chlorophyllhaltige Pflanzen vermögen mehr organische Substanz zu bilden, als sie verbrauchen. Das Chlorophyll findet sich in vielen nicht grün aussehenden Pflanzen verdeckt durch andre Farbstoffe. Die desoxydirende Thätigkeit tritt mit der oxydirenden in den chlorophyllhaltigen Pflanzen in eine Art Gegensatz nach Zeit und Ort, jene überwiegend bei Einwirkung des Lichts, vorzüglich des gelben, und in den chlorophyllreichen Organen, diese im Dunkeln und in den übrigen Pflanzentheilen, aber jene diese nicht ausschliessend, nur verdeckend. Ablagerung von Reservestoffen in Samen für die abgelöste Nachkommenschaft, wie in Knospen, Wurzelanlagen, Cambium, stellt in den wechselnden Lebensphasen der Pflanze mit dem Wechsel in Licht und Wärme periodisch stärkerm Wachsthum das vorher Assimilirte zur Verfügung. Der einzelne Theil und die einzelne Phase steht dem andern Theil und der andern Phase genau so gegenüber wie eine parasitische Pflanze und ein verbrauchendes Thier der Produktion durch die chlorophyllhaltigen Pflanzen im Allgemeinen. Je mehr ein abgelöster Theil mit bekommt, je mehr aus dem vorigen Jahr aufgespeichert war, um so mehr kann an neuen Theilen entwickelt werden, bevor mit der Ausgewinnung neuer organischer Substanz ein Wachsthum im Allgemeinen beginnt.

In Wechselwirkung zwischen den Bestandtheilen des Körpers kommen

bei Thieren auch Desoxydationen vor. So wird das Hämoglobin rother Blutkörperchen, nachdem es in den Haargefässen der Lunge durch den Sauerstoff der Luft zu Oxyhämoglobin geworden war, in der Berührung mit Geweben des Körpers, welche ihm den Sauerstoff entnehmen, zum frühern Zustande zurückgeführt. Das Entstehn sehr kohlenstoffreicher, melanotischer, Substanzen kann auch am leichtesten daraus hergeleitet werden, dass Körperbestandtheile an andre einen Theil ihres Sauerstoffs oder doch sauerstoffreichere Verbindungen abgegeben haben, bis endlich solche Residuen übrig geblieben sind. Dass kohlenstoffreiche Substanzen in der Form von Pigmenten an den dem Lichte mehr ausgesetzten Theilen sich beträchtlicher entwickeln, deutet vielleicht auch bei Thieren einen Gegensatz zwischen Lichteinwirkung und Oxydation, eine Beschränkung der letztern durch die erstere an.

Wenngleich die Unterscheidung der Assimilation im Sinne von Julius Sachs, als der Ausgewinnung von organischer Substanz aus der anorganischen Natur, von dem Stoffwechsel, den weitern Umändrungen an organischer Substanz, für das Verständniss des Vorgehenden grosse Bedeutung hat, so ist doch auch die Zusammenfassung aller Glieder der Reihe, welche einverleibte Körper vom Augenblick der Aufnahme in den Organismus bis zum Austreten durchlaufen, nöthig und eine prinzipielle Unterscheidung dafür nicht möglich, ob sie und bis zu welchem Augenblicke sie als Nahrungsmittel und von welchem an sie als Säfte oder Theile des Organismus, oder von welchem an wieder sie als Auswurfsstoffe zu betrachten seien. Innere Qualität der Substanzen kann dabei eine andre Gränze zu ziehn gebieten, als die räumliche Einverleibung und Lagerung oder Abscheidung; je nach dem Einzelfalle und dem Ausgangspunkte der Betrachtung muss das Urtheil sich verschieden gestalten.

Wie im Grossen der Stoffwechsel thierischer Körper darauf beruht, dass disponibler Sauerstoff mit oxydirbaren Körpern besondrer Art in Verbindung gebracht wird, so kann, da, wie wir besprachen, die Bewegung des Protoplasma in verschiednen Formen abhängig ist von Zufuhr des Sauerstoffs, der chemische Vorgang im lebenden Protoplasma als Oxydation betrachtet und angenommen werden, es hänge auch hier das Leben wesentlich ab von der Oxydation: die Bewegungen kämen zu Stande in Verbindung mit Vorgängen, deren Hauptinhalt, so mannigfaltig die Gliedrung und sonstige Komplikation sei, eine Oxydation darstelle. Die Auswurfsstoffe müssen also auch hier im Allgemeinen höhere Oxydationsstufen sein und höhere Oxydationsstufen, welche ausgeschieden werden, dürfen, wie die Kohlensäure athmender Pflanzen, wenigstens zum Theil auf Protoplasmaverbrennung zurückgeführt werden.

Die Oxydationsstufen, welche an Lebenserscheinungen nicht mehr Theil nehmen, bestimmen sich für die einzelnen Fälle nicht gleich. Es wird

dasjenige, was unter den gegebnen Umständen nicht mehr weiter oxydirt werden kann, ein Auswurfstoff; es kann immer auch in dieser Gestalt noch äussre Dienste leisten, es kann im Gegentheil den Lebenserscheinungen hinderlich sein, selbst schädlich bis zur Vernichtung. In der Form der Kohlensäure wird für einen grossen Theil der Oxydationsprodukte die grösstmögliche Oxydation erreicht, es erübrigen aber andrerseits Stickstoffverbindungen, welche für Oxydation und absteigende Metamorphose im Organismus nicht Alles leisten, was sie chemisch würden leisten können.

Wie für das Ganze des organischen Körpers selbst niedrigster Stufe, sind die Oxydationen auch wesentlich für die Erzeugung von Differenzen zwischen den einzelnen Theilen organischer Substanz. Die dem Sauerstoff mehr zugänglichen Theile sind der Oxydation mehr ausgesetzt, wie die dem Licht direkt ausgesetzten Theile chlorophyllhaltiger Pflanzen mehr in der Desoxydation leisten. So ist auch für die thierische Oekonomie die Oberflächenentwicklung von grösster Wichtigkeit.

Die Unterscheidung des Ersatzes von Verlornem und des eigentlichen Zuwachses durch die Ernährung gilt wie für die zusammengesetztern Organismen auch für die Protoplasmamassen. Verloren ist, was unter den gegebnen Umständen einer Umwandlung nicht mehr fähig ist, die sich mit andern Umwandlungen zu dem Gesammteffekte kombiniren kann, den wir Leben nennen. Es gilt dabei gleich, ob die Substanzen in oder an dem lebenden Körper liegen bleiben oder in irgend einer Weise gänzlich ausgeschieden, ausgespült, ausgehaucht sich von der Körpermasse ablösen. Es kann jedoch etwas physiologisch aus dem Kreise der Lebensthätigkeit ausgetreten, ausgeschieden worden sein und doch noch bedeutende mechanische Dienste dem Organismus leisten, so eine Chitindecke den Gliederthieren; Kalkschale den Weichthieren, Röhrenwürmern, Polythalamien; Kieselnadeln und Gerüste den Schwämmen und Radiolarien, und so mehr. Die Fertigstellung solcher Produkte in gewisser Form und Lage erscheint dann gewöhnlich wichtiger, als die physiologische Leistung, welche mit dem zu ihrer Herstellung nothwendigen Stoffwechsel verbunden war, und doch mag das manchmal täuschen. Noch interessanter sind die Ausscheidungen, welche, wenngleich für sich nicht mehr verwendbar, durch ihre Wirkung auf neue Nahrungsstoffe eine eminente Bedeutung für den Organismus haben; manche von ihnen machen einen Rundgang; ausgeschieden mischen sie sich den Nahrungsmitteln, wirken auf sie und werden mit ihnen mehr oder weniger wieder aufgenommen, um auf's Neue ausgeschieden zu werden. So kehren aus Speichel, Magensaft, Galle, Pankreasflüssigkeit neben grossen Mengen von Wasser auch die in diesem gelösten Stoffe nach manchen Erlebnissen zum grossen Theile aus Magen und Darm wieder in den Kreislauf zurück. Ausscheidungen sind also aus verschiednen Gründen nicht überall Verluste.

An den aufgenommenen Substanzen sind von vorn herein Verluste

möglich, ungleich nach der besondern Organisation, weil einige Bestandtheile gar nicht in entsprechender Weise umgewandelt werden, nicht in die Reihe der die Lebenserscheinungen bedingenden Veränderungen eintreten können, weil jene Substanzen für das betreffende Individuum nicht überall Nahrungsmittel bilden. Solche Bestandtheile sind von vorn herein Auswurfstoffe, jedoch kann auch ihre Gegenwart wegen der daraus entstehenden Bedingungen für Vertheilung der reinen Nahrung auf den Flächen und Aehnliches wichtig sein. Sie bleiben eingeführt Aussenwelt, wie oben einzelnes Ausgeschiedene so erschien, als habe der Organismus sich theilweise in die Aussenwelt vorgestreckt.

Oxydationen machen Spannkräfte frei; Kräfte, welche vorher Atome verbanden, sagt die Physik, seien, weil diese durch das Zusammentreten mit andern Atomen zusammengehalten würden, im Stande sich anderweitig geltend zu machen. Das ist nur Ausdruck für die stattfindenden Thatsachen und bedeutet für uns nur, dass im organischen Leibe ebenso wie in andern Fällen die Oxydationsprodukte eine höhere Temperatur haben als die dazu zusammengetretnen Stoffe. Die höhre Temperatur kann sich durch Wärmeabgabe, etwa auch an das Thermometer, oder durch Umsatz in andre Arbeit geltend machen. Diese Geltendmachung geschieht bei Thieren vorzüglich durch Behauptung einer der Umgebung überlegnen Eigenwärme und durch Bewegung, weniger auffällig, aber sehr verbreitet, durch elektrische Ströme, seltner durch Lichterzeugung, Phosphoreszenz. Aus allem Solchem können wir Stoffwechsel, Stattfinden chemischer Verbindung in der Richtung schliessen, welche am Bestimmtesten durch Oxydation ausgedrückt wird.

Wir mögen uns die einzelnen Vorgänge durch hochgradige Gliederung minimal vorstellen, so dass die Konsequenzen langsam eintreten, der ganze Vorgang versteckter, verwickelter, weniger klar ist als in der anorganischen Natur, so giebt das immer keinen Schlüssel dafür, dass der Prozess nicht doch endlich am Einzelnen in jener Richtung abläuft, fertig wird, sondern die Umsätze und die durch sie geleisteten Effekte sich in organischen Körpern so regeln, dass sie für Erhaltung der Organismen, für Gewinnung und Verarbeitung neuen Materials, an welchem wieder ähnliche Umsätze und durch diese ähnliche Arbeitsleistungen zu Stande kommen können, wirksam werden; dass ferner gewisse Schwankungen in Zusammensetzung und Masse möglich sind, ohne dass alsbald das Eigenthümliche, Verwickelte, Verborgne der Vorgänge, das sogenannte Leben, einfachern, chemischen und physikalischen Vorgängen, ohne jene besondre Weise der Regelung, Platz machte.

In zusammengesetztern Organismen, namentlich thierischen, sind, als dahin wirkend, bestimmte Modalitäten einer Selbstregulirung an einigen Stellen deutlich. Bei niedrer Temperatur wird durch Zusammenziehung der Blutgefässe die Blutbewegung in der Haut und der Wärmeverlust ver-

ringert, bei höherer vermehrt, auch nehmen dann die vermehrten Zersetzungsstoffe eine Menge Wasser in der Absondrung der Schweissdrüsen mit sich, dessen Verdunstung der Hautfläche Wärme entzieht. So wird in beiden Fällen die Körperwärme gegen eine mittlere Temperatur hin regulirt, von welcher die Funktion abhängig ist. Wie in den niedrigsten Organismen, blossen Protoplasmakörpern, eine Regulirung der Lebensthätigkeit eintrete, wie eine Aenderung der im Innern zwischen den Theilen und nach Aussen zwischen dem Ganzen und der Umgebung bis dahin stattgefundnen Wechselwirkungen in Folge dieser Wirkungen selbst in dem Sinne geschehe, dass, wenn ein gewöhnliches Maass überschritten oder erreicht werde, dann und in Folge dessen etwas Neues eintrete, welches dem bisher Geschehenden entgegengesetzt wirke, wie und wie weit also auch in ihnen trotz einiger Veränderlichkeit ein gewisses Gleichmaass im Gange der Erscheinungen behauptet werde, wissen wir nicht. Die oben angeführte Beobachtung von Einfluss des Nahrungsstandes der Amöben auf ihre Beweglichkeit könnte dahin gestellt werden. Im Allgemeinen entnehmen wir dafür, dass sich in ihnen, wie auch für das Ganze in zusammengesetztern Organismen, im normalen Zustande das Kleinste, wie das Grösste zu einem gesammten Effekte in jenem Sinne des Erhaltens, Wachsens u. s. w., kurz des Gedeihens, zusammenordne, den Schlüssel theils aus jenen bekannten Regulirungen von Organismen, deren Wesen wir allerdings nicht genau genug kennen, theils aus Selbststeuerungen von Maschinen.

Es muss hervorgehoben werden, dass das sich Erhalten oder sich Ernähren der organischen Substanz nicht so zu verstehn ist, dass der organische Leib, indem er aufgenommene Substanzen verbrauche, dabei selbst erhalten bleibe; er macht vielmehr aus aufgenommenen Substanzen eigne Theile und diese werden wieder zu anorganischen Verbindungen, er erneuert sich also. Diese Erneuerung geschieht für die einzelnen Theile ungleich rasch. In ihr bleibt die morphische Individualität nicht nur sich innerlich nicht gleich, sondern zuletzt auch nicht einmal erhalten, vielmehr geht sie, falls es nicht etwa bei Bathybius anders ist, nach nicht gar langer Zeit sicher zu Grunde und ihre Eigenschaften bleiben nur in von ihr abgelösten Theilen weiter repräsentirt. Das zu Grundegehen der besonderen Beschaffenheit des Organischen ist etwas genau ebenso Sichres, wie die Erhaltung durch einige Zeit. Nur die Verbindung des sich Ernähren und Wachsen mit der Ablösung von Theilen, dem sich Fortpflanzen, ermöglicht, dass die Erhaltung der Eigenschaften über den sichern Abschluss der Einzelexistenz den Sieg davon trage. Das Sterben gehört ebenso zu den Eigenschaften der organischen Körper wie das Leben. Das Leben greift wie ein Brand von einem Häuflein Substanz zum andern; nur die Ablösung lebender Theile von dem Tode näher Stehenden erhält das Leben über die Vernichtung der Theile als lebender. Die Repräsentation ist weder während jener in-

dividuellen Existenz noch in der Nachfolge eine überall identische. Wieder ein Zeugniss, wie weit diese von so vielen Seiten zu beleuchtenden Vorgänge des Werden und Wachsen von der nach einfachsten Gesetzen stattfindenden Bildung und Zunahme eines Krystalls verschieden sind.

Bei der Uebertragung der allgemeinen Erfahrungen über Assimilation und Stoffwechsel auf Protoplasma und die darüber nicht hinausgehenden Organismen haben wir zu erwägen, dass, soweit denselben die besondern Organe fehlen, durch welche grüne Pflanzentheile Kohlensäure zersetzen können, sie voraussichtlich auf von andern Organismen vorbereitete Substanz, wenn auch dieselbe schon zerfallen sein mag, angewiesen sein dürften. Für die stoffliche Veränderung in ihnen geben zum Theil ungleiche Lichtbrechung und Lichtdurchlässigkeit Beweise, so, wenn Amöben unter gewissen Umständen eine verdichtete Haut zeigen, oder mechanische Verhältnisse, so, wenn das Mark einer Protoplasmamasse dünnflüssiger wird; oder wir nehmen Analogieen aus der Umwandlung von Legumin in Asparagin, von Oxyhämoglobin in Hämoglobin, von Eiweisskörpern durch Pepsineinwirkung in der Verdauung in Peptone und dieser wieder im Organismus in Eiweisskörper, also von den Vorgängen in höhern Organismen. Es scheint namentlich sehr annehmbar, es möge ein Protoplasmakörper unter Umständen ganz oder theilweise eine mehr oder weniger lösliche Beschaffenheit annehmen, er möge seinen Gehalt an Gasen, an gebundnem Sauerstoff, an Salzen ändern können.

Unter den dem Protoplasma beigemengten unterscheidbaren Körpern spielen eingestreute Körnchen und Tröpfchen, die man für Fette oder fette Oele ansehn kann, eine Rolle. Man kann sie, falls sie auch aus dem Protoplasma entstehen, oder auch wieder in solches zurückkehren könnten, doch nicht dem Protoplasma zurechnen, oder von ihnen, wie Hofmeister das auch von der Zellulose thut, sagen, sie seien im Protoplasma enthalten. Es sind nur die Bestandtheile im Protoplasma enthalten, welche eventuell sich zu solchen Stoffen verbinden können. Es ist auch für diese bedeutsam, dass sie chemisch in Reihen von zahlreichen Gliedern stehn, dass sie leicht Sauerstoff aufnehmen und leicht andre Verbindungen eingehn, wodurch sie sich bald von wässrigen Flüssigkeiten sondern, bald mit ihnen mischbar sind. Ihr Verbrauch und ihre Bildung können für die Existenz der Protoplasmakörper ein wichtiger Regulator sein, Verbrennung und Herstellung, ähnlich wie Stärkmehlbildung in grünen Pflanzen im Lichte und Auflösung im Dunkeln, eingeleitet und hin und her schwankend, durch Uebertragung von Kräften. Das soll nur einen möglichen Fall andeuten.

Die bedeutsamste im Protoplasma unterscheidbar liegende Substanz ist der Kern. Weil er ganz gewöhnlich durch seine Theilung die des Protoplasmaklumpens oder einer vollkommnen Zelle einleitet, hat man in ihm die Veranlassung zur Theilung gesehn und ihn besonders für die Plastiden-

vermehrung wirksam erachtet. Plasma oder Zellsubstanz können sich jedoch theilen, ohne dass der Kern daran Theil nimmt, ja ohne dass einer da ist. Der Kern verhält sich in gewisser Beziehung wie die Plastide selbst. Auch Kerne sind formveränderlich; auch Kerne bilden eine dichtere Gränzschicht oder Membran und von bläschenartigen Kernen ist viel die Rede gewesen; auch Kerne können in sich Theile von verschiednem Lichtbrechungsvermögen, Kernkörperchen, erkennen lassen, die allerdings eher weniger lichtbrechend erscheinen, gleich Vakuolen. Die mikrochemische Untersuchung ergiebt, dass auch die Zellkerne eine eiweissartige Substanz enthalten, aber dass sie im Ganzen durch Essigsäuren oder verdünnte Mineralsäuren weniger angegriffen werden als die sonstige Substanz der Plastiden, so dass sie bei deren Anwendung deutlicher hervortreten, und dass sie sich in Alkalien langsamer lösen. Im Allgemeinen gleichen sie eher junger Zellsubstanz. Man hat einerseits eine Gleichartigkeit, andrerseits einen Gegensatz. Man darf vielleicht annehmen, die Kerne seien wegen ihrer Beschaffenheit und verborgenern Lage von den gemeinen Schicksalen der umgebenden Substanz, aus welcher sie übrigens hervorgegangen oder mit welcher sie zugleich aus einer andern Quelle geliefert wurden, einigermassen unabhängig gestellt, sie leisteten weniger, lebten aber auch weniger rasch, sammelten vom Ueberfluss, oder bildeten doch, sich vom leichter beweglichen Plasma abscheidend, eine Reserve. Dadurch wäre ihre Bedeutung in der Vermehrung aber nicht deren Gebundensein an sie gegeben. Es wäre also möglicher Weise grade die Sonderung eines Kernes für die minimale Organisation einer der wichtigsten Regulatoren, eine der Einrichtungen, durch welche ein Protoplasmaleib unter verschiednen Bedingungen sich für das Wesentlichere gleich bliebe. Der Kern, erst vom Plasma nicht vollkommen mitgerissen, würde später wieder das Plasma bestimmen. Der Gegensatz ist zuweilen so gering, dass die beiden Substanzen nur mit besondern Hülfsmitteln unterschieden werden können, er ist gewiss nicht nur für die Individuen sondern in denselben zeitlich schwankend. Dass Kerne oder Kernen gleichwerthige Theile auch das Nebensächliche in der Entwicklung, gewissermassen eine Beute des sich umformenden Protoplasma geworden, von ihm ausgesogen, ausgenutzt sein können, scheinen die Fälle zu beweisen, in welchen berichtet wird, dass Köpfe der Samenfäden neben den Kernen aus dem Plasma entstehn und dass eine sich furchende Dottermasse das Keimbläschen ausstosse.

Der von Häckel gebrauchte Ausdruck, der Kern habe die Vererbung der thierischen Charaktere, das Plasma die Anpassung zu übernehmen, ist, auch wenn jenen einzelnen Behauptungen unrichtige Beobachtungen zu Grunde liegen sollten, doch nicht treffend. Wenn, wie Häckel selbst das als Ausgangspunkt annimmt, der Kern seinem Ursprung nach ein Differenzirungsprodukt des Plasma ist, obwohl später koordinirt, für sich funktio-

nirend, so muss alle Grundlage der Eigenschaften schon im Plasma gegeben sein. Jener Ausdruck erscheint als eine naturphilosophische Parallele der Gegensätze Kern gegen Plasma, Vererbung gegen Anpassung ohne ausreichende Begründung, ja gegen bestehende Gründe. Uebrigens tritt eine formale Gestaltung, welche Vererbung erkennen lässt, in den niedrigsten Fällen, Bildungen von strukturlosen Häuten, Schalenabscheidungen und Aehnlichem in Plasmaprodukten auf, die mit dem Kern nichts zu thun haben, auch in der Art des Zusammenhangs durch das Plasma und dessen Ausscheidungen. Man könnte danach eher den Kern als etwas Sekundäres und damit der Wandlung mehr Unterworfnes ansehn. Der Gegensatz von Vererbung und Anpassung ist aber nur in der Kategorie, nicht einmal in den Theilen; das Vererbte konnte nur in Anpassung entstehn, das Angepasste wird vererbt, beide können nicht als durch verschiedne Grundelemente besorgt gedacht werden. Auch wird ersichtlich, um die naturphilosophischen Begriffe identisch anzuwenden, der Satz, dass die Protoplasmasubstanz an sich Alles bedeute, nicht ihre Differenzirung oder Gestaltung, hintangesetzt.

Wenn und soweit man Samenfäden oder doch ihre Köpfe als Kerne betrachten kann, ist für die Chemie der Zellkerne eine Untersuchung von Miescher über das Sperma des Rheinlachses wichtig. Der Samen, von dem ein starker Lachs fast ein Pfund liefert, enthält hier keine weitern Beimischungen; der Fadenantheil der Spermatozoen ist dem Kopftheil gegenüber sehr unbedeutend und kann, in Essigsäure lösbar, ziemlich entfernt werden. So erhält man die Köpfe leidlich rein zur Untersuchung und findet in ihnen als ganz überwiegende Hauptmasse eine Verbindung des Protamin, einer sehr stickstoffreichen organischen Base, $C^9 H^{20} N^5 O^2 + OH$, mit einer phosphorreichen äusserst zersetzbaren und leicht in unlösliche Modifikationen übergehenden, mindestens vierbasischen, Säure, dem Nuklein, $C^{29} H^{49} N^9 P^3 O^{22}$. Das quantitative Ergebniss der Analyse ist

Nuklein	48,68 %
Protamin	26,76 „
Eiweisskörper	10,32 „
Lecithin	7,47 „
Cholestearin	2,24 „
Fett	4,53 „
	100,000 „

Durch Kochsalzlösung kann man verschiedne Mengen Protein austreten und bei starker Verdünnung wieder zurücktreten lassen. Da das Nuklein mehrbasisch ist, werden sich verschiedene Verbindungen von Nuklein, Protamin, Natrium bilden, welchen dann vielleicht mikroskopische Differenzen von Rinde und Mark Ausdruck geben. Wenn man auch die Samenfäden nicht für Kerne ansieht, kann jedenfalls eine Vorstellung für die Gliedrung der

Vorgänge im Plasmakörper nach dieser Geneigtheit zur Umsetzung von Verbindungen gebildet werden. Miescher möchte hiernach für die Nukleinkörper die Eigenschaft, sich im freien Zustande und als Verbindungen in Form plastischer, wasserhaltiger, quellungsfähiger Gebilde von Protoplasma abzugränzen, in Anspruch nehmen und damit Kernbildung und Kernbegriff wesentlich chemisch fassen. So, wenn die Dotterkörner des Hühnereiweisses vorzüglich Nuklein enthalten, seien sie ohne Rücksicht auf morphologisches Verhalten als reduzirte Kerne zu betrachten. Der Kern, morphologisch, wäre also durch das Nuklein, chemisch, zu ersetzen. Dieses endlich wendet Miescher an auf das Räthsel der Befruchtung, welches, wenn es gelänge, den Beweis streng zu führen, dass der Zutritt des Samens der Hauptsache nach für das Ei den Zutritt eines vollgiltigen Zellkerns bedeute, zusammenfallen werde mit dem des Zellenlebens überhaupt. Die unvollkommne Schärfe des Gegensatzes zwischen Zellleib und Zellkern chemisch und physiologisch, auch die Ungleichheit des Gegensatzes zwischen Samen und Ei und die ganze Entwicklung der Befruchtung aus Konjugation von Gleichwerthigem schmälert uns die Hoffnung, hier zu einer vollkommnern Vergleichung zu gelangen aus dem chemischen als aus dem morphischen Verhalten.

Die Beschaffenheit der einzelnen Plastiden bedingt unter gegebnen Bedingungen bestimmte Leistungen. Die Summe solcher Leistungen ist, lange bevor man solche Elemente als Träger der Erscheinungen erkannte, ohne scharfe Definition Leben genannt worden. Als diesen Begriff, der mit dem Ausdrucke auch auf die Einzelnen zu übertragen ist, voll ausfüllend kann man es betrachten, wenn die Leistungen sich derart gestalten, dass sie in gewisser Kontinuität gleichmässig geschehn, leichtre Schwankungen und Störungen selbst reguliren und erst durch gröbere vernichtet werden, wenn sie es mit sich bringen, dass durch die Leistungen selbst eine Zeitlang Zustände hergestellt werden, die wieder jene fördern, zu ihrer Erhaltung Brauchbares der Umgebung entnommen, Unbrauchbares abgewiesen und ausgeschieden, dadurch die Masse vermehrt wird, und Theile, wenn in geordneter Weise abgelöst, wieder gleiche Vorgänge an sich ablaufen lassen. Man kann das auch damit ausdrücken, dass lebende Wesen sich ernähren, dadurch in ihrem Wesen erhalten, entwickeln, wachsen und in Fortpflanzung ihre Eigenschaften übertragen.

Obwohl den Thatsachen gegenüber sehr kurz zusammengefasst, ist das eine sehr umständliche Begriffsstellung und bei der Gewöhnlichkeit der Uebergänge in der Natur ist eine gleichmässige Erfüllung der hier gemachten Postulate nicht überall zu erwarten. Der Begriff Leben ist nicht gebildet nach dem, was am Einzelnen in jedem Augenblick, sondern nach dem, was im Ganzen geschieht. Die Zusammen-

setzung des Begriffs und die Minderung, welche einzelne Antheile in Einzelfällen erfahren. gestattet eine Zurückführung auf einfachere Grundlagen. Wir könnten uns Vorgänge vorstellen, in welchen im Uebrigen die Erscheinungen verliefen, wie oben begehrt, jedoch die Erzeugung gleicher Brut gänzlich wegfiele. Formen dafür geben unter sehr ungleichen Nebenbedingungen einmal die Fälle, in denen die Brut ungleichartig ist und erst auf Umwegen Gleichartiges erzeugt wird, Generationswechsel; dann das Allerverbreitetste, dass das Einzelne für sich solche Brut nicht erzeugen kann, sondern zwei verschiedenartige Individuen zusammenwirken müssen, damit ein Einem von Beiden Gleichartiges entstehe, geschlechtlicher Dimorphismus und Zeugung durch Befruchtung; dann die Unfruchtbarkeit vieler Individuen und die Periodizität aller Fruchtbarkeit in Altersperioden oder Jahresperioden. So finden sich auch Unterbrechungen, Periodizitäten, für die Ernährung, allerdings zum Theil ausgeglichen durch die Ernährung der Körper aus sich selbst, aus in ihnen vorher angehäuftem, ihnen bei erster Ablösung mitgegebnem Materiale, Perioden im Verbrauche wie in der Aufnahme, welche diese vorübergehend ganz bei Seite zu setzen, jenen wenigstens verschwindend klein zu machen erlauben. So auch Periodizitäten und Theilleistungen in Betreff der Ernährung nach Art des Aufzunehmenden, also der Nahrung im engern Sinne des Wortes gegenüber dem Sauerstoff, des Wassers gegenüber dem Andern, so dass es sich zeitweise nur um Verbrauch, Verarbeitung handelt, oder in der Art des Ausscheidens, Abgebens, Produzirens, Arbeitleistens, so dass die eine oder andre Lebensaufgabe vorübergehend erfüllt und ausgesetzt wird. Im Wechsel von Fressen und Fasten, Wachen und Schlafen, Geschlechtsthätigkeit und Ruhe ist das Leben kein Gleichmässiges sondern periodisch Ungleiches, gegliedert; Jegliches hat seine Zeit. Leben ist nicht eine kongruente Thatsache, hier wie da, sondern eine Abstraktion von hin und her geschobnem Werthe, es umspannt ungleiche Summen von Gliedern aus Reihen neben einander geschehender und auf einander folgender Thatsachen.

Voraussichtlich ist es demnach schwierig zu sagen, wo man die Gränze für Leben ziehen, was die ultima ratio, was schliesslich zu begehren sei, damit dieser Titel, diese in sich so unbestimmte Beschreibungsweise noch anwendbar bleibe. Die Form ist nichts Wesentliches, der innre Bau ebensowenig, alle Besonderheiten in dieser Beziehung können fehlen, von Gestaltveränderungen, Wachsthum, Fortpflanzung wie von den höhern Formen der Bewegung und der Empfindung muss unter Umständen abgesehn werden. Als das sicherste Merkmal, aber nicht immer direkt nachzuweisen, sondern oft nur konstruirbar durch mehr oder weniger gute Schlüsse aus Erfahrungen in andern sonst vergleichbaren Fällen, wird man festhalten müssen: eine Kontinuität der Fähigkeit in der Substanz des Körpers oder einem Theil derselben durch ihre Leistungen Substrate für

neue ähnliche zu konstruiren, das ist: sich zu ernähren. Alle sonst dem Leben ähnlichen Erscheinungen, also Bewegungen fraglichen Charakters, werden daran geprüft werden müssen, ob sie zu Stande kommen unter innern Vorgängen, welche in einer solchen Kontinuität Platz finden. Zuweilen allerdings sind sie letzte Phase solcher Kontinuität, sie beruhen auf der vorher geleisteten, abgeschlossenen Ernährung, so im Einfachen die Bewegungen von Samenfäden, im Zusammengesetzten die ganzen verwickelten Thätigkeiten von Thieren, deren Existenz mit der Begattung erlischt, welche sich eine beträchtliche Zeit nur aus sich selbst ernähren. Auch sonst werden wir Erscheinungen, welche in das Leben gehören, wechselnd und gepaart finden mit andern, ihnen fremden, störenden, welche mit ihrer regulirenden Kraft zu zwingen sie nicht vermögend sind. Wenn ein menschlicher Körper im tödtlichen Fieber statt 37—38° C. deren 40 und mehr zeigt, so wird man theils das als eine dem Leben zuzurechnende Leistung, theils als eine aus dem Verfalle, dem Gegentheile des Lebens herrührende Erscheinung ansehen müssen. Das eine oder das Andre mag die Oberhand behalten und allein vorangehen; mit dem Ende des Kampfes wird die Temperatur sinken, in ihrer Höhe war sie die Summe organischer und anorganischer Vorgänge.

Summirung und Differenzirung einfacher Bestandtheile zu zusammengesetzten lebenden Körpern.

Die Verschiedenheit der Lebenserscheinungen ist bedingt durch Verschiedenheit der Bildungselemente nach Art, Grösse, Zahl, Zusammenordnung, welches Alles sowohl für neben einander stehende Thiere, als für Theile desselben Thiers, als in den Phasen der Entwicklung des Einzelnen sehr ungleich ist. Für den einzelnen Fall der Regel gehorchend, bedingt eine bestimmte Repräsentation der Eigenschaften die Norm, die Gesundheit; von der Norm abweichendes Verhalten von Plastiden in Beschaffenheit, Zahl, Stelle ist nicht selten deutlich als das Wesentliche in Erkrankung zu erkennen.

Die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse beruht theils auf Summirung gleichgestalteter Plastiden, theils auf Differenzirung dieser Elemente. Es giebt einfache Summirungen. Eine solche ist der aus Dottertheilung hervorgegangene Haufen von Dotterkugeln oder Dotterzellen, soweit und solange diese einander gleich sind. Differente vereinzelte Plastiden giebt es z. B. in einzelligen Gregarinen, Amöben, monothalamischen Gromien, geisseltragenden Monaden, Organismen, welche wir zum grössern Theil kennen gelernt haben. In jenem Fall hat die Vielheit eine Zusammengehörigkeit, Lebensgemeinschaft; in diesem führt die einzelne Plastide ein Leben für sich mit Erscheinungen je nach ihren Eigenschaften. Die weitere Entwicklung ist in jenem Differenzirung der bis dahin gleichartigen, gehäuften Elemente. Eine Gemeinsamkeit besteht für Elemente möglicher Weise, ohne

dass sie mit einander in fester Verbindung wären, in flüssigen Geweben, am auffälligsten im Blute für dessen feste Elemente, auch im gefurchten Dotter, mit Rücksicht auf Schwimmen der einzelnen Kugeln in der Flüssigkeit, oder, wenn in Metamorphose ganzer Thiere, wie von Insekten und Milben im Deutovum, oder bei Ersatz eines Gewebes durch ein andres, so des Knorpels durch Knochen Gewebe vorübergehend wieder verflüssigt werden.

Es können sich vorher getrennte Plastiden zu einer Gemeinschaftlichkeit des Lebens verbinden. Das ist am deutlichsten bei der sogenannten Konjugation, der Verschmelzung zweier vorher ihre Energie einzeln lebhaft bethätigender geisseltragender Schwärmzellen, oder auch nicht geisseltragender einzelliger Algen, auch im Zusammenfliessen des Inhalts einzelner sich berührender Zellen an mehrzelligen Algen, wo dann überall der Inhalt der beiden Individuen unter Vernichtung der Abgränzung einheitlich und zu neuen Lebensäusserungen fähig wird. Aus dieser Verschmelzung zweier vorher selbstständiger Plasmakörper kann der ganze Vorgang der Befruchtung abgeleitet und so kann jede Befruchtung als eine Konjugation angesehen werden. Dabei wird jedoch in der Vereinigung direkt nicht eine Summe gleichartiger verbundner Elemente gegeben. Ebensowenig sind solche unterscheidbar bei der Vereinigung von nackten Protoplasten zum Plasmodium der Myxomyceten. Wohl aber, wenn bei Hydrodiktyon die aus einer Mutterzelle hervorgegangnen gleichwerthigen Zellen, nachdem sie erst von einander frei das sogenannte Wimmeln durchgemacht haben, sich in bestimmter Ordnung zu einem Coenobium zusammenlegen.

In der Regel geschieht es durch Theilung einer vorher einheitlichen Masse, dass eine Summe gleichartiger Elemente gegeben wird, welche, statt sich zu trennen, zu gemeinschaftlichem Leben verbunden bleiben. Das ist Bildung von Brut in Plastiden oder Zellen, oder Wandlung von Plastiden und Zellen in Brut, je nachdem von dem vorher gegebnen Material noch etwas das Mutterindividuum Repräsentirendes zu unterscheiden ist oder nicht. So entsteht aus der Protoplasmamasse des Dotters, sei es mit Ausstossen des Keimbläschens, sei es mit dessen Auflösung, sei es nach Vorausgang der Theilung an demselben, erst ein Haufen von Klumpen oder Kugeln aus Dottersubstanz, dann ein Lager gekernter Zellen. So bilden Knorpelzellen mit Vorausgang der Kerntheilung Brut, welche, durch die interzelluläre Abscheidung von einander gedrängt, selbst wieder Brut bildet. So entstehen, sei es aus vorher gegebnem Material, sei es unter Nachwachsen desselben in Ernährung, statt einzelner Zellen Zellkomplexe, einfache Gewebe. In ihnen repräsentirt die einzelne Zelle das Gewebe nach seiner Art, die Summirung ist von sekundärer Bedeutung. Aus dem Haften von Plastiden an einander, der Verschmelzung von Zellhäuten, wenn solche vorhanden sind, der Gemeinschaftlichkeit der Zellausscheidungen, soweit solche am Orte bleiben, ergeben sich übrigens für die im Komplexe geschehende Arbeit

andere Konsequenzen als das Produkt aus der Zahl mit der Arbeit einer einzelnen auf ihren Gränzen überall der Aussenwelt begegnenden Plastide. Das, was im Verbande der Plastiden leicht erhellt, erleichtert auch die Einsicht, dass innerhalb der einzelnen Plastide überall Ungleichheit der Zustände besteht. Eine Plastide, welche mit einem Theile ihrer Oberfläche sich der Aussenwelt zuwendet, mit dem Reste sich an ihre Verwandten lehnt, hat dort die volle, hier in der Regel eine gemässigte Wechselwirkung. Die Ungleichartigkeit auf einander wirkender Zellen gestattet jedoch in besondern Fällen, dass die Einwirkung zu den lebhaftesten gehöre, welche überhaupt in den Gränzen geordneter Lebenserscheinungen ertragen werden, so bei dem Einflusse, welchen Nervenzellen auf Muskelzellen üben.

Bis zu einem gewissen Grade können die Konsequenzen, welche durch Zusammenarbeiten einer Zahl gleicher Plastiden erreicht werden, denen aus der Grössenzunahme einer Plastide verglichen werden, wobei die Masse immer sich nach anderm Verhältniss vermehrt als die Oberfläche, in einem Extreme, der Kugelgestalt, jene kubisch, wenn diese quadratisch. Die relative Minderung der Oberflächenfunktion gegen die Massenfunktion wird in beiden Fällen den Umsatz sparsamer machen. Identisch sind die beiden Fälle nicht, weil nur im einen die, in der Einzelplastide nicht gegebene, merkliche Differenz der Substanz, welche die gesonderte Erkenntniss der im Komplexe vereinigten möglich macht, wieder im Innern Oberflächenfunktionen bedingt.

Die Zusammenlegung von Plastiden erhöht die Möglichkeit der Differenzirung, weil mit der Assoziation eine Möglichkeit einer Gliederung der für das Ganze geschehenden und zur Erfüllung des Lebens postulirten Leistung in den Stücken gegeben ist. Jetzt kann sich eine Plastide oder eine Summe solcher viel weiter nach verschiedenen Richtungen hin von den Eigenschaften entfernen, die sie haben müsste, wenn sie Alles leisten sollte, was man im Begriffe Leben vereinigt; sie kann viel eher etwas daran auslassen, nicht nur periodisch, sondern dauernd, ohne dass darum dem Ganzen der Begriff Leben verloren ginge oder auch nur sie selbst ihn verlöre. Was dem Leben organisch dient, erscheint dabei selbst lebend.

1827 hat H. Milne Edwards den Begriff der Arbeitstheilung in die Zoologie eingeführt, in der Vertheilung der Arbeitshandlungen unter die Organe die wichtigste Grundlage thierischer Vervollkommnung suchend. Bronn hat das 1850 als Differenzirung der Funktionen und ihrer Organe bezeichnet. Wie von den Organen in Beziehung zum einzelnen Thiere aufwärts auf die im geselligen Leben Zusammengreifenden, ist das abwärts auf die zusammenarbeitenden Elemente, die Plastiden, zu übertragen. Wenn einige Plastiden für sich und das Ganze die Ortsveränderung und Lagenveränderung beschaffen, welche zur Erfassung der Nahrung erforderlich ist, andere diese Nahrung in Zustände versetzen, dass die Stoffe mit Vortheil

in die Säfte aufgenommen werden können, welche eine dritte Gruppe mit dem Sauerstoff in Verbindung bringt, u. s. w., so haben wir eine Arbeitstheilung der Art, dass den verschiedenen je eine Gruppe von Fähigkeiten zukommt, welche einen Theil des sogenannten Lebens darstellt, die übrigen aber mangeln oder doch geringer in ihnen vertreten sind.

Unter solchen Umständen können einige Theile allerseits ein Minimum von Leben haben, Oberhautzellen als Haare, Federn, Schuppen, Hörner, Hufe, Zahnsubstanz in Email und Dentine, und grade durch ihre geringe Veränderlichkeit besonders nützlich sein, z. B. als schlechte Wärmeleiter und mechanisch, nur durch Lage und Gestalt, wirkende Geräthe; höchst dauerhaft, nur dem Abschleiss, nicht aus ihrem eignen Bedürfniss innerm Umsatz unterworfen. Auch daran reihen sich Uebergänge. Solche, gewissermassen Residuen des organischen Prozesses, Produkte, werden zeitweise berührt von regerem Leben und beweisen ihre Zugehörigkeit. So werden die vorher unscheinbaren Halsfedern eines Tauchers wieder in den Gang des Lebens hineingezogen und ihrerseits in ihm wirksam, wenn sie Winters Ausgang Flüssigkeiten in sich aufsteigen lassen und die aus diesen niedergeschlagenen Farbstoffe das prächtige Hochzeitskleid herstellen, oder die Haare des Lemmings, wenn sie bei strenger Kälte in wenig Stunden ihre färbenden Theile dem Körper zurückgeben und, weiss werdend, zugleich dem Thiere ein auf dem Schnee nützliches Kleid, eine natürliche Maske gewähren.

Selbst Zellausscheidungen, welche nie einen organischen Theil gebildet haben, wie Muschelschalen, können in ganz ähnlicher Weise in den Dienst des Ganzen gezogen sein, wie lebendige Theile. Ebenso die ausgeschiedene Deckhaut der Gliederthiere, welche angewachsen den chitinogenen Unterlagen anliegt bis zur periodischen Häutung, wo sie auch morphologisch eine Exuvie wird, während sie das für gewisse innere physiologische Arbeit von Anfang war. Als Schwammnadeln und Gerüste der Radiolarien stehen feste Skelettheile aus Kalk und Kiesel zu den Weichgebilden ziemlich wie ein Spalier zum daran gezogenen Bäumchen, aber das Bäumchen hat sich das Spalier selbst gemacht. Indem in diesen und vielen ähnlichen Fällen dienliche Ausscheidungen interzellular oder intrazellular, wie sonst aussen auf Lagen von Plastiden, extrazellular, erscheinen, treten durch sie die vom Organismus ausgestossenen Abscheidungen in kontinuirliche Verbindung mit den Interzellularsubstanzen,*) welche zwar Abscheidungen von Plastiden, aber wesentliche Gewebstheile sind, das Todte mit dem Lebendigen. Es treten durch solche Vermittlung aber auch vom Körper ganz abgelöste Ab-

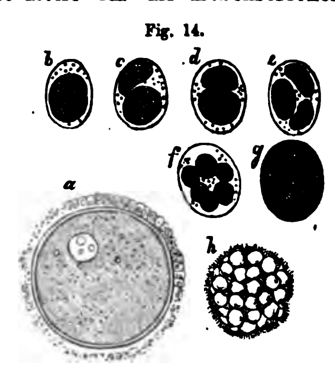
*) Besonders eigenthümlich verhalten sich dabei die zwischen Zellen gelagerten Abscheidungen im Mantel der Aszidien, die Zwiebelschalen ähnlichen mit, sie erzeugenden, feinen Lagen wechselnden Glashäute der Echinokokken, die Kalkkörnchen und grössern Konkretionen in Häuten von Mollusken statt Schalen.

sonderungen denjenigen nahe, welche noch Gewebselemente bilden. Wenn ich nebeneinanderstelle die anhängende Chitinhaut eines Wurmes, die von bestimmten Stellen der Haut eines andern abgesonderte Röhre, in welcher dieser sich hin und her schiebt, welche er aber nicht verlässt und nicht ersetzen kann, und den von der Haut eines dritten abgeschiedenen Kitt, mit welchem er Sandkörnchen zu einem Rohre zusammenleimt und vertrieben an neuem Platze ein neues Haus baut, oder die Chitindecke einer Raupe, die chitinige Absonderung, welche sie aus ihren Spinndrüsen ausscheidet und mit welcher sie sich während der Puppenhäutung und für den Puppenstand ringsum einen weiteren Schutz bildet, und die Wachsabsondrung auf den Bauchschienen der Honigbiene, mit welcher diese für ihre ganze Gesellschaft Futterbehälter und Wiegen baut, so zeigt uns das eine Reihe mit Uebergängen, welche die Gränzen nicht nur zwischen lebenden und nicht lebenden Theilen, sondern auch zwischen dienenden Körpertheilen und thierischen Kunstprodukten ganz verwischen. Bei allen solchen Ausscheidungen ist neben ihrer direkten Bedeutung die Rückwirkung auf den Organismus zu erwägen, dem ihr Material entnommen wurde.

Wenn die Verbindung von Plastiden gestattet, dass Elemente von wenig Leben, wenig Umsatz, ja sogar Stücke, deren Umsatz für das Leben durchaus nicht in Betracht kommt, eine Rolle für die Lebenserscheinungen übernehmen, so erlaubt dieselbe andererseits auch die Verwendung von Theilen, welche zu empfindlich, zu veränderlich, zu verbrennbar sind, um für sich, den wechselnden Aussenumständen gegenüber, jenen gleichmässigen Gang der Erscheinungen behaupten zu können, welcher das Leben charakterisirt, und welche sich deshalb zu einem Leben für sich nicht eignen.

So geschieht es, dass ausser den Modifikationen der Plastiden, welche in den einfachsten lebenden Wesen singulär vorkommen, in den Zusammensetzungen weitre vorkommen und wirken können, welche eine Möglichkeit der Existenz als lebender, eine physiologische Stelle erst in der Aggregation finden.

Fig. 14.



Eier verschiedner Thiere in verschiedenen Zuständen.

a. Vom Kaninchen, Lepus cuniculus Linné, 50 Mal vergrössert, unbefruchtet, aus dem Graaf'schen Follikel des Eierstocks genommen. Im Dotter liegt das Keimbläschen, es umgiebt ihn die Dotterhaut, bei den Säugern dick, zona pellucida, und eine Schicht von Zellen aus jenem Follikel mitgenommen, stratum granulosum. b—g. Von der Trichine, Trichina spiralis Owen, 300 Mal vergrössert; Umbildung des Eiinhalts, Dotter und Keimbläschen, durch Furchung, Theilung, Kugelung zu einem Zellhaufen. Es scheint in diesem Falle die Theilung vom Keimbläschen auszugehn und es lässt sich in jeder Theilungskugel von Anfang an ein Zellkern, ja eine Kernvermehrung vor Theilung der Plastiden nachweisen. h. Von Distoma cygnoides Zeder. 300 Mal vergrössert. Die Dottertheilung hat einen gewimperten Zellhaufen hergestellt Dieser wird als Larve ausschwärmen.

Einfachste Zusammensetzungen sind die schon erwähnten Haufen der sogenannten Dotterkugeln und die aus ihnen hervorgehende Keimhaut bis zu weitrer Gliederung. Die Theilung des erst einheitlich kugligen Dotters in solche, zunächst sich ziemlich kuglig rundende, dann sich polyedrisch gegen einander drängende, endlich durch Kernbildung zu Zellen werdende Portionen, zuerst durch Prevost und Dumas 1824, dann 1836 durch Rusconi beschrieben, ist nun als der allgemeine Anfang der Gewebsentwicklung aus dem Ei bekannt. Es giebt andre Fälle, in welchen ein aus Theilung hervorgegangner Zusammenhang von Plastiden ein vorübergehender ist, die Einleitung zu einer vollkommenen Absonderung, eine Individuenvermehrung darstellt, so bei sich theilenden Infusorien oder bei mehrzelligen Gregarinen in einfacher Reihe der Theile oder in Bifurkation, oder selbst, wie ich es bei einer in Acarus plumiger schmarotzenden Gregarine finde, in Trifurkation.*) Für das hier zu betrachtende Zusammenwirken Gleichwerthiger gilt es gleich, ob die in einer Zusammensetzung steckende Plastide oder Theilplastide später selbstständig zu werden vermag, oder ob die verbundenen ihre Gemeinschaft aufzugeben nicht im Stande sind.

Die Herstellung grösserer Mengen gleichwerthiger Zellen vor Gestaltung von Differenzen ist nicht allein für den Anfang im Aufbau zusammengesetzterer Organismen die Regel, sondern scheint auch ein nicht seltner Weg zur Einleitung grössrer Vorgänge in der weitern Entwicklung zu sein. In der nachembryonalen Entwicklung der Musciden zerfallen bei der Einsetzung des Puppenstandes nach Weismann die Organe der Larve theils gänzlich in Trümmer, theils erfahren sie, in Kontinuität bleibend, eine Histolyse, Gewebsauflösung, und werden zu einem Blastem, welches für die neue Organbildung verwendet wird; in welch' letzterem Falle, statt Materialherstellung im Ganzen, solche für eine besondre Stelle gegeben ist, wie auch in der Entwicklung im Ei die morphische Organbildung der histologischen vorausgehn kann. So wandeln sich auch nach Megnin an Insekten haftende sehr kleine Milben der Geschlechter Hypopus, Homopus, Trichodaktylus, indem sie unter dem Schutze der alten Chitinhaut, welche die typische Form während dieser Zeit allein wahrt, den vorhandenen Körper auflösen, zunächst wieder zu einem sekundären Ei und in diesem zu einer sekundären Keimhaut um, an welcher dann Gliederung und Knospung von Gliedmassen erst die weitre Organisirung neu einleiten. Durch solche Vorkommnisse treten wir auch den Fällen näher, in welchen Larvenzustände noch mehr heteromorph oder ihre Heteromorphieen auffälliger sind, weil nicht durch allmähliche Uebergänge bei Verwandten vermittelt, wie doch z. B. für Musciden (Fliegen) durch andre Insekten, und in welchen namentlich äussre Gestalt und Organisation der Larvenformen ganz

*) Siehe Fig. 8 pag. 70.

irrelevant scheinen für die Zustände des Individuums bei der Schlussform.

Eine Differenzirung zwischen vergesellschafteten Plastiden ist sehr gewöhnlich. Es steht darum die Vermehrung nicht still. Wenn auch ein einfachster Stand der Plastiden dieser Vermehrung besonders günstig zu sein scheint, so braucht dieselbe doch nicht mit ihm abzuschliessen; ein differenzirtes Gewebe braucht, um jene auszuüben, nicht in den einfachern Stand zurückzufallen. Im Wachsthum differenzirter Gewebe verbinden sich Vergrösserung der Elemente und die Vermehrung ihrer Zahl mit Vermehrung von Zwischenzellsubstanz in ungleichen Verhältnissen.

Bei den die Eier in's Wasser legenden Thieren ist eine der allgewöhnlichsten Thatsachen, dass die oberflächlich liegenden Plastiden Wimperfäden ausbilden, was, auch wenn weitere einen Unterschied bedingende Elemente nicht gegeben sind, sofort eine bedeutende morphologische und physiologische Differenzirung gegenüber den bei etwaiger Mehrschichtigkeit der Zelllagen mehr innerlichen wimperlosen mit sich bringt. Man hat dann aussen eine Lage, Schicht von Wimperzellen.

Wir schreiten damit, dass wir in so zusammengestellten gleichartigen Elementen eine Gemeinsamkeit der Leistung und einen Zusammenhang der Gestalt erkennen, fort zu den Geweben, welchen aus der Technologie genommnen Ausdruck man für Zusammenstellungen von Elementen anwendet, ohne dass für die Art des Zusammengestellten und die Form der Zusammenstellung ein Präjudiz erwüchse, so dass die Elemente weder fasrig noch die Verbindungen, wie in Kunstgeweben, Verflechtungen zu sein brauchen, man vielmehr von einzelnen flüssigen Geweben redet und die Verbindung am gewöhnlichsten eine mosaikartige ist.

Es kann weiter in einem Haufen von Plastiden, dessen äussre Lage sich differenzirt hat oder nicht, ein Hohlraum entstehen und können dadurch bei Mehrschichtigkeit ein äussres und ein dem Binnenraum zugewandtes Plastidenlager zu einander und zu etwaigen zwischen ihnen eingeschlossenen Schichten in Gegensatz treten. In der Gewebsdifferenzirung, die dabei zu Stande kommen kann, erheben sich die Thiere über die Pflanzen. Bei diesen beschränkt sich die Differenzirung wesentlich auf eine Unterscheidung von Theilungsgeweben, Meristemen, deren Zellen unter langsamer Volumzunahme fortfahren sich zu theilen, und Dauergeweben, deren Zellen aufhören sich zu theilen, aber sich noch für Leistungen für das Pflanzenleben ausbilden. Das in diesen mögliche Verschwinden des Protoplasmas oder dessen Unthätigkeit, die ihnen gewöhnliche Rigidität, besondre weitre Einrichtungen und Anordnungen beweisen, dass sie mehr durch das Fertige, durch mechanische Eigenschaften bereits aus dem Leben getretner Theile und durch Darbietung ihres Inhalts zur Verwendung in andern, als direkt durch Lebenserscheinungen, Wechsel an sich selbst, dienen. Die Gegensätze der

Funktion, welche sich bei den Thieren mit verschiedner Lagerung der Gewebe verbinden, greifen viel direkter in die Lebenserscheinungen ein.

Es sind in der ersten Embryonalentwicklung zweierlei Arten solcher Hohlräume möglich. Der eine gewährt eine Verdauungshöhle, meist später ein Verdauungsrohr, einen Nahrungskanal, Darmkanal. Der andre spaltet die diesen umschliessenden Gewebe und bildet die Leibeshöhle. Kowalevski hat das Verdienst, hervorgehoben zu haben, wie auf zwei wenigstens auf den ersten Anblick ganz verschiednen Wegen ein Verdauungshohlraum gebildet werden kann. Was hierbei geschieht, ist von grösster Wichtigkeit für Verständniss thierischen Baus und Funktion; es ist eine so elementare Gewebsdifferenzirung, dass wir es hier untersuchen müssen, indem wir auf die ersten Stadien der Entwicklung des Embryos aus dem Ei eingehen. Grade hier findet die Vorstellung einer Entstehung des Zusammengesetzten aus dem Einfachen thatsächliche Grundlagen.

Das thierische Ei ist in einigen Fällen als einfache thierische Zelle betrachtet worden. So neuerdings wieder von Kleinenberg in seiner anatomisch entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung der Hydra. Nach seiner Meinung aus dem äussern Zelllager, dem Ektoderm, entwickelt sich eine Zelle mächtig vor allen Nachbarn und macht sich selbstständig; der Kern, dessen nucleolus verschwindet, wird ein wirkliches Bläschen, Keimbläschen, in welchem später der Keimfleck entsteht und welches lange vor der Befruchtung verschwindet. In denjenigen Fällen, in welchen sich, wie bei Trematoden oder Cestoden aus dem Keimstock eine Zelle, in der Regel als Keimbläschen gedeutet, ablöst und sich dann mit sogenannten Dotterkörnern aus den Dotterstöcken umgiebt, kann nicht wohl das damit gebildete Ei jenem Hydra-Ei gleich verstanden werden. Auch für die Fälle, in welchen ein mit Dotter umhülltes Keimbläschen an einer Stelle, im Eierstock, fertig gestellt wird, muss es ganz von der Einzeluntersuchung abhängen, ob man den Dotter als dem Keimbläschen zugegeben, von ihm um sich gesammelt, arrogirt, oder den Dotter als den Plasmakörper betrachten soll, welcher jenes in sich oder doch sich mit ihm gleichzeitig entwickelt hat. Nach Göttes's, während dies gedruckt wurde, erschienener Entwickelungsgeschichte der Unke, entsteht das Keimbläschen aus Verschmelzung mehrerer Kerne von Epithelialzellen in einer Abschnürung, in welcher andere gleichwerthige Zellen zu einer Follikelwand um jenes sich constituiren. Bei der Reifung des Eierstockeis schwindet es; seine Masse, das Plasma der Zellen, aus der Verschmelzung von deren Kernen es entstand, die Ausscheidung der umgebenden Follikelwandzellen setzen den Dotter zusammen, als einen Keim, welcher aus einer gleichartigen, in keinem Theile organisirten Masse besteht. Es können ferner verschiedene Arten von Dotter, weisser und gelber des Huhns, dann zum Dotter überhaupt, von ihm deutlicher verschieden, das Eiweiss, auch Dotterhaut und Eischale sehr verschiedner Beschaffenheit, Laichmassen,

Kitte und Anderes mitgegeben sein und das Ei im weitern Sinne bilden helfen.

Die Verschiedenheiten, welche durch die ungleiche Anwendung aller dieser Möglichkeiten für das Verständniss der Konstitution von Eiern bestehen, werden zum Theil leicht für das weitere Verständniss eliminirt, zum Theil aber scheinen sie so tief zu greifen, dass wir zu Zweifeln kommen, ob das Ei gleichmässig und wodurch es eigentlich repräsentirt sei, durch den Dotter oder das Keimbläschen, ob in gegebnen Fällen ein Keimbläschen zum Dotter stehe wie der Kern zur Plastide oder ob der Dotter ein dem Keimbläschen bald nicht, bald in einer, bald in zwei Modifikationen beigegebnes Material, jenes die eigentliche Plastide sei. Wir finden dann parallel Alles das, was die Stellung des Kerns zur Zelle in andern Fällen unsicher macht, und für die weitre Entwicklung des Eis speziell jene Ungleichheiten, die wir bei Entwicklung von Samenfäden für das Verhalten des Kerns der Samenzelle aus den Beobachtungen angeführt haben. So wird es glaublich, dass die von Verschiedenen gemachten sehr ungleichen Mittheilungen in den Thatsachen gut begründet sind.

In einigen Eizellen würde nach diesen Mittheilungen das Keimbläschen vor der Befruchtung verschwinden, in andern würde es von der Befruchtung an vermisst, vielleicht zuweilen durch Auflösung, andere Male, besonders nach Oellacher's Untersuchung am Forellenei, durch Ausstossung aus dem sich umgestaltenden Dotter, Rückziehung dieses von jenem. Wenn das Keimstockprodukt der Trematoden gleichwerthig dem Keimbläschen erachtet wird, dann scheint hier vielmehr das Keimbläschen die weitere Umbildung zu beherrschen und, statt als ein einzelnes Element selbst bei Seite zu treten, in mehreren Körnern die Reste ausgenutzter Dottersubstanz bei Seite zu werfen. Bei den Trichinen meine ich die Theilnahme des Keimbläschens an den folgenden Vorgängen erwiesen zu haben*) und auch beim Vogelei finden wir die Theilung des Keimbläschens als Anfang der Furchung angegeben.

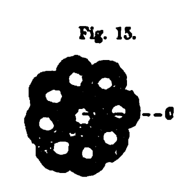
Es ist für das Weitere unwesentlich, welcher Hauptbestandtheil des Ei's bei der Entwicklung in den Leib aufgenommen, zu ihm verwandt wird und die Vorgänge einleitet. Wirksam ist ja Jedes, es fragt sich nur, wann seine Thätigkeit erschöpft ist und neues Material die Arbeit übernehmen muss. So ist es auch weniger wesentlich, ob die nachfolgenden Vorgänge den ganzen Dotter ergreifen, holoblastisch, oder nur einen Theil, meroblastisch, so dass der Rest zu dem sich zum Keime Gestaltenden in ein ähnliches Verhältniss tritt, wie etwaige andre, schon durch ihre Beschaffenheit, nicht nur durch ihr Schicksal als zugegeben unterscheidbare, Theile, und ob die Theilung und Zellbildung deutlich an einer Stelle rascher vor sich geht oder sich

*) Siehe Fig. 14. pag. 117.

das der Beobachtung entzieht, so dass der Vorgang gleichmässig und gleichartig den ganzen Dotter zu ergreifen scheint. Für alle diese Verschiedenheiten ist die Menge der dem nächsten Eikörper mitgegebnen organisirbaren und einverleibbaren Substanz wahrscheinlich die wesentlichste Grundlage.

Wenn wir das die Infusorien Betreffende bei Seite setzen, uns vorbehaltend später zu prüfen, was von ihnen überhaupt als thierisch anerkannt werden könne, so geschieht an den Eiern aller Thiere der Anfang der Entwicklung eines Embryos dadurch, dass der Dotter oder ein Theil desselben sich theilt und so eine Vielheit der Elemente hergestellt wird. Diese Theilung, oder Zerklüftung, wegen des sehr allgemein angenommenen, jedoch z. B. von Götte, insofern sich zuerst im Innern die festen Dotterelemente in Haufen scheiden, geleugneten Beginns an der Oberfläche auch Dotterfurchung genannt, wird zuweilen eingeleitet durch Vortreten höckerartiger Fortsätze aus der Dottermasse, zwischen welchen dann eine Grube den Anfang der Furche bezeichnet, welche sich zur durchgehenden Spalte ausdehnt; auch drängen die Theilstücke wohl wechselnd wieder gegen einander, schwankend, bevor die Theilung vollkommen wird. Indem dabei festere Dotterantheile sich mehr zusammendrängen, tritt flüssigere Masse aus ihnen aus, sie vor der Hand bindend, wenn sonst keine Hülle oder Abschluss vorhanden ist. Aus der Zweitheilung geht, indem eine zweite Theilungsfläche mit der ersten durch denselben Durchmesser aber in rechtwinkliger Schneidung zur ersten sich legt, die Viertheilung hervor, aus dieser bei gleichmässiger Klüftung eines ganzen kugligen Dotters durch eine dritte, jene beiden Ebnen rechtwinklig schneidende, wenn jene durch die Eipole gelegt gedacht werden, mit äquatorialer Furche beginnende, die Achttheilung. Vier abgerundete Dottersegmente oder Dotterkugeln vermögen schon eine Höhle zu umschliessen, welche von da ab vollkommner wird. Jede Kugel theilt sich wieder in zwei und so fort, wobei die Theile mehr und mehr konisch werden, auch weitre Theilungsflächen nicht durch die Durchmesser gelegte Ebnen zu sein brauchen, sondern als kleinere Kugelflächen oder Theile solcher die Radien schneiden können. Eine Theilung braucht durchaus nicht fertig geworden zu sein, bevor eine zweite beginnt, eine Abtheilung kann in der Theilung rascher voran gehen als die andre. In immer weiter fortgeführter Theilung stellt sich aus den Dotterkugeln, indem früher oder später in den Theilprodukten Kerne entstehen, durch welche die Dotterstücke zu Embryonalzellen werden und indem der von den festeren Gebilden umschlossene mit Flüssigkeit gefüllte Raum, die Segmentationshöhle, Furchungshöhle Bär's, Bär'sche Höhle, bei allen grössern Eiern deutlicher wird, ein peripherisches Zelllager, eine Keimhaut, Blastoderm dar.

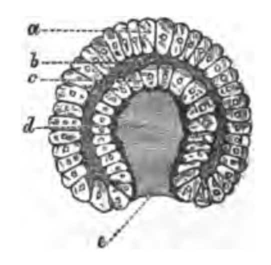
Fig. 15.



Ei von Sycon ciliatum O. Fabricius, vergrössert; Gattung Sycandra Häckel. Aus der Klüftung des Dotters ist eine einschichtige Zellhaut rings um eine Segmentationshöhle, c, hervorgegangen. Nach Mecznikoff.

Nach den Untersuchungen von Kowalevsky können wir zwei Wege weitern Verhaltens unterscheiden. Der erste, welchen man früher bei Wirbelthieren wenigstens nicht sicher kannte, kommt nach ihm unter diesen mindestens dem Amphioxus, wie verschiednen niedern Thieren, Würmern, Schnecken, Echinodermen, Rippenquallen, Quallen, Aktinien, Aszidien zu und ist ebenso von Loven, Vogt, Ray Lankester beobachtet worden. Er ist aber nach Untersuchungen von Rusconi, Stricker und Neuerern auch bei den Batrachiern vorhanden. Man kann ihn Invagination nennen. Das kuglige, nur eine Lage Zellen zeigende Blastoderm, die Blastosphäre, des Amphioxus, $0{,}_{20}$ mm. im Durchmesser bietend, wird nach wenigen Stunden oval, darauf durch immer stärkeres Zurückbleiben eines Theils der Wand gegen den entgegengesetzten nierenförmig, bis sich endlich ein Theil der Wand in den Rest der Kugel einstülpt. Die Embryonalanlage ist eine zweischichtige hohle Halbkugel geworden. Der freie Rand dieser, an welchem das äussere Zelllager in das innerlich gewordne übergeht, engt in Zellvermehrung die Oeffnung mehr und mehr ein. Man hat dann zwei Hohlräume, wie oben angedeutet, welche, wie eine verschiedne Bedeutung, so auch eine verschiedene Entstehung haben. Zuerst die Segmentationshöhle, welche zu einer im Durchschnitt lineären Spalte werden musste, als sich ein Theil der Blastosphäre einstülpte, und von Innen sich an den Rest anlegte; dann die von diesem eingestülpten Theil umschlossne Höhle, welche die spätere Verdauungshöhle ist und vorläufig nur einen Eingang hat.

Fig. 16.



Ei einer Sagitta, 220 Mal vergrössert, Das Blastoderm hat sich invaginirt. a. Aeusseres, sensorielles Blatt, Ektoderm. b, Die in einen Spalt umgewandelte Segmentationshöhle, Bär'sche Höhle. c. Untres, innres Blatt, Endoderm. d. Invaginationshöhle, Verdauungshöhle, Ernährungshöhle. e. Die von der Einstülpung her noch vorhandne Oeffnung, welche später zu verschwinden scheint. Nach Kowalevsky.

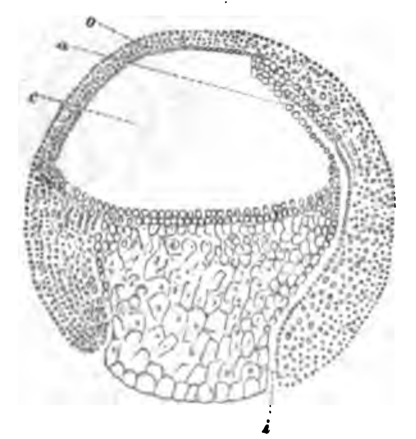
Die äussern Zellen bilden jetzt im Falle des Amphioxus Wimpern aus, die innern dagegen werden viel länger und von angesammelten Dotterkörnchen dunkler. So kommt zu den Verschiedenheiten, welche für die Funktion wegen der Lage nothwendig aus der Ungleichheit der Wechselwirkung erwachsen mussten, auch eine für den Bau. Die Wimpern sind sowohl im Stande, das Wasser auf der Oberfläche zu bewegen und so die Beziehungen zu durch die Eihaut diffundirendem lufthaltigem Wasser durch ihre Aktion zu erhöhen, als auch den Embryo nach Sprengung der Eihaut im Wasser ortsbeweglich zu machen: Bewegung des Wassers im Ei und Embryo oder Bewegung des Embryo im Wasser, beides ziemlich gleichwerthig.

Der Embryo streckt sich und bildet aus der äussern und innern Zelllage seine Organe; es bricht nach Verwachsung der beiden Zelllagen eine zweite Oeffnung, Mund, durch, während die von der Invagination herrüh-

rende in diesem Falle der After würde. Nach Ray Lankester jedoch bleibt niemals von der Invagination her eine Oeffnung erhalten. Wir haben es hier mit dieser weitern Vollendung nicht zu thun, zunächst hauptsächlich damit, dass aus derselben Zelllage eines Blastoderm sowohl äussere Umkleidung des Körpers als innere Bekleidung der Verdauungshöhle hervorging und zwar durch Einstülpung.

Dieser Weg scheint einer zu sein, welchen ganz einfach Eier nehmen, welche relativ sehr wenig Dotter, namentlich keinen nicht gleichmässig zur Entwicklung kommenden Antheil „Ueberdotter", Deutoplasma Eduard's von Beneden, haben; vielleicht ist er in allen andern Fällen nur durch das ungleiche Verhalten des Eikörpers gegen die Zellbildung versteckt. Allerdings wäre nach Allman bei Hydroiden, Schulze bei Cordylophora, Kleinenberg bei Hydra, Häckel bei Siphonophoren und bei Kalkschwämmen, Foll bei Geryoniden der Vorgang prinzipiell anders. Die geschlossne Keimhaut soll sich hier ohne etwas, was auf Einstülpung zurückzuführen wäre, in ein äussres und innres Lager gliedern und ein Pol, aufbrechend und eine Verdauungshöhle bildend, das innre Blatt zur Auskleidung derselben machen. Das, was Häckel in dieser Beziehung von den Kalkschwämmen behauptet hat, und womit für das Aufbrechen die neuern Mittheilungen von Carter übereinstimmen, wird übrigens von Mecznikoff auf das Entschiedenste bestritten. Sycon ciliatum (Sycandra raphanus Häck.) bildet nach der Schildrung Mecznikoffs erst eine Segmentationshöhle, bekleidet sich unvollständig mit Wimpern, stülpt sich auf dieser gewimperten Seite zum Endoderm ein, während die ungewimperten Kugelzellen am andern Pole wie bei Kieselschwammembryonen als skeletbildender Zellenhaufen auftreten. Ganz in Uebereinstimmung mit Mecznikoff sind wir geneigt, das als eine mangelhafte Ektodermbildung zu verstehen, so dass das mittlere, skeletbildende und spezifisch der Bewegung dienende Blatt nach Aussen nackt läge, etwa wie wenn ein Ganoidfisch, oder ein Schildkrötpanzer, oder ein Haifischstachel nach Abschleiss der Oberhaut und der

Fig. 17.



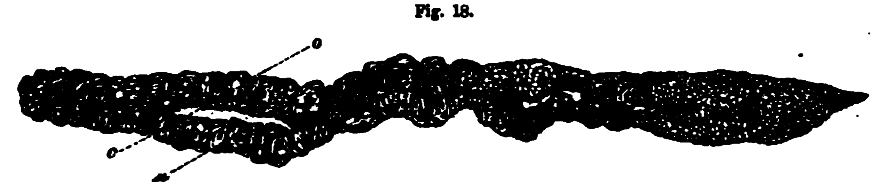
Durchschnitt durch die Keimhaut der grauen Kröte, Bufo cinereus Merrem, nach Stricker, vergrössert.
o. Decke der Furchungshöhle, obres Keimblatt. u. Boden derselben, untres Keimblatt, an dieser Stelle selbstständig. c. Furchungshöhle. Dieselbe verkleinert sich allmählich zu Gunsten der Invaginationshöhle und der Gewebsentwicklung. i. Verdauungshöhle, jetzt spaltförmig.

von ihr dependirenden Gebilde nackte Knochen zu Tage treten lässt. Ray Lankester hält die beiden Formen der Höhlenbildung für vollkommen äquivalent. Es würde aber, wenn die Beobachtungen der zweiten Modalität einfach so verstanden werden müssen, wie es geschehen ist, die Segmentationshöhle selbst Verdauungshöhle werden. Man kann jedoch sich sehr wohl Vorgänge denken, welche bei vollständiger Aequivalenz den Schein dieser Differenz geben.

Die Aequivalenz ist auch auszudehnen auf die etwas verwickelten Formen höherer Thiere, so nämlich, dass auch hier die Elemente der inwendig den Verdauungskanal auskleidenden Lage in Kontinuität der Entstehung und in ursprünglicher Gleichwerthigkeit zu denken sind mit denen der äussersten Lage. Bei Fröschen geht die Entwicklung in einer dem ersten Falle sehr gut vergleichbaren Weise; es ist nur die „Decke" der Furchungshöhle viel rascher zu kleinen Embryonalzellen geworden und bildet eine dünne Haut, während die Klüftungsprodukte am Boden eine noch wenig fortgeschrittene Masse von Dotterkugeln, den Dotterpfropf darstellen, so dass deren weitere Entwicklung erst während der Lagerung zu einem sich einstülpenden Theil oder der Umwachsung durch die Decke geschieht und in keinem Augenblicke ein die ganze Eioberfläche einnehmendes, gleichartiges, einschichtiges Blastoderm vorhanden ist, auch die Verdauungshöhle, neben dem noch unfertigen Bodenwulste von Anfang spaltförmig sich eindrängend, nicht als hohle Halbkugel, erscheint, und erst später auf Kosten der Furchungshöhle mehr Raum gewinnt.

So darf auch das doppelte Zelllager, welches nach Remak und Peremeschko beim Huhne nach der Befruchtung und vor der Bebrütung den Keim bildet, als Repräsentation dieser äussern und der eingestülpten Lage angesehn werden und der Spalt dazwischen als Bär'sche Höhle, obwohl der periphere Theil, mit welchem diese beiden Lager zusammenhängen, zur Zellbildung noch nicht gelangt, erst bei Bebrütung in das rascheste Voranwachsen geräth, und von Anfang an die Form einer Blastosphäre nicht erkennbar war.*)

Fig. 18.



Querschnitt durch die Keimhaut des befruchteten Hühnerei's nach Peremeschko, vor der Bebrütung vergrössert.

o. Obres Keimblatt. u. Untres Keimblatt. c. Spuren einer Segmentationshöhle, Furchungshöhle. Der grosse Umfang des unter u liegenden weiter verwendbaren, hier nicht dargestellten gelben Dotters lässt das untere Blatt so wenig konkav erscheinen, dass die Invagination ganz undeutlich ist.

*) Dass alle Furchung beim Hühnerei vom Keimbläschen ausgeht und jedes Theilstück etwas vom weissen Dotter an sich zieht und, es um sich formend, eine

Nach Bischoff wird beim Kaninchenei wirklich eine Keimblase gebildet mit einer Wand aus nur einer Lage Zellen. Nachher wird diese von einer Stelle aus, an welcher noch unverarbeitete Dottersubstanz liegt, dem Fruchthofe, doppelschichtig und so entsteht eine innere Haut. Der Vorgang wird wohl ähnlich verstanden werden dürfen wie der beim Frosche.

Böten auch nicht so, theils in einfachster, klarster Weise, theils wenigstens in ziemlich leichter Konstruktion, für äusserste und innerste Lage thierische Körper in der Entwicklung eine gewebliche Kontinuität und damit eine Art Beweis für eine bestimmte Vergleichbarkeit, indem jene als Zellen derselben Generation erscheinen, in der nur zuweilen eine Gruppe spät geboren ist, so würde diese Vergleichbarkeit doch durch die Gewebsgestaltung und Funktion gegeben sein. Abweichend vom gewöhnlichen Gegensatze eines vegetativen gegen ein animales Blatt, von dem wir gleich reden wollen, erscheinen uns diese ursprünglich überall am Keime äussersten, dann zum Theil innerlich gewordnen Zelllagen als die wahrhaft vegetativen, der Ernährung dienenden, die nächste und einfachste Beziehung des Austausches mit der Aussenwelt in direkter Berührung besorgenden Organe. Das gestaltet sich zwar sofort ungleich, sowie eine Einstülpung zu Stande kommt, ganz unabhängig davon, ob eine weitere Gewebsdifferenz sich ausbildet. Man denke sich, wie das so gewöhnlich ist, das Ganze in eine Flüssigkeit gebracht, so wird durch die Lage allein die Wechselwirkung zwischen dem äussern Lager und der umgebenden Flüssigkeit eine andre sein als die der innen liegenden gegen die in den Hohlraum tretende Flüssigkeit. Auch, so lange der Hohlraum eine bequeme Kommunikation mit Aussen hat, ist doch die Flüssigkeit in ihm für jedes Theilchen einer energischern Einwirkung der dicht umstellenden, für sie eine äussre Kugelbegränzung bildenden, Plastiden ausgesetzt als die aussen umgebende, in welcher das Zelllager nur als Kugel schwimmt, und jene kann weniger auf das Plasma einwirken als diese. So ist in solchen innern Lagen das Organische der aufgenommnen Aussenwelt gegenüber besonders mächtig, in den äussern aber ist die Einwirkung des Anorganischen oder Fremden auf das Organische lebhafter.

Die Verschiedenheit der Beziehungen zur Aussenwelt für die aussen und für die innen liegende Zellschicht bedingt in der Regel, soweit nämlich eine offne Höhle vorhanden ist, eine sehr vollkommne Gliederung der zu leistenden Arbeit; die äussere Schicht übernimmt die Athmung, die innere

---

Dotterkugel bildet, macht sehr geneigt, das Keimbläschen als das Regierende, den Dotter als das Zugegebne zu verstehn, als ein Nährmaterial, wie es auf sehr verschiedne Weise geliefert werden kann. Wenn dann der Dotter nicht eigentlich der Leib ist, so ist es nicht glücklich gewählt, wenn man, wie Häckel, die Besonderheit meroblastischer Embryonalbildung dadurch ausdrückt, es handle sich hier um Knospung am Dotter, nicht um Theilung des Dotters.

die Ernährung im engern Sinne, die Aufnahme von Stoffen, welche, durch die Athmung zur Oxydation gebracht, Grundlagen von Lebenserscheinungen werden können. Die Gegenstellung einer äussern Zelllage gegen eine innere ist demnach ein sehr bestimmter Ausdruck der Gliederung organischer Thätigkeit im Stoffwechsel nach Aufnahme und Abgabe, eine räumliche Gliederung, welche über die schon in Pflanzen gegebene zeitliche erhebt, von ihr so gut wie unabhängig zu machen im Stande ist. Darüber aber schwebt für Thiere die Verwandtschaft dieser beiden Lagen, als in einfachster Weise dem vegetativen Leben dienender, und ihre gleichmässige Gegensetzung gegen das, was sich zwischen ihnen etwa bildet, als eine spätere Zellgeneration von abweichendem Charakter, sei es einem von Beiden entsprossen und zugetheilt, sei es Beiden. Diese Verwandtschaft macht sich schon nach dem oben Gesagten in der Funktion geltend. Auch die Athmung auf äusseren Flächen ist für den Sauerstoff Stoffaufnahme, wie die Ernährung auf innern Flächen für andre Substrate der organischen Prozesse; auch die innern Flächen können, sei es an in den Darm aufgenommnes Wasser, sei es an in die vom Speiserohr abgezweigten Athemsäcke, Lungen, aufgenommne Luft, Kohlensäure und im Darme und seinen Anhängen zahlreiche andre Verbrauchsprodukte abgeben; auch die äussre Fläche kann an in Nahrung eingebetteten Thieren Nahrungsmittel aufnehmen. Wie diese dann die gesammte Ernährung besorgt, oder im Gegensatz nur Ausscheidung als Funktion der Einstülpungen erübrigt wie für die Wassergefässe der Trematoden und Cestoden und vielleicht die Lemnisken der Echinorhynchen, so können bei besondrer Gestaltung der äussern Lage zu wenig stoffwechselnden, schützenden, sparenden Gebilden, auch für die Athmung wesentlich Organe der innern Zelllage eintreten, so dass diese nahezu den ganzen Ernährungsprozess im weitern Sinne trägt. In jeder von beiden kann erheblich ungleiche Vertheilung gedachter Arbeiten, Bevorzugung einer Stelle für das eine Geschäft, einer andern für das andre und damit auch ungleichartige Gewebsgestaltung eingerichtet sein. Indem das für beide mit ganz analogen Mitteln geschieht, wird die grundsätzliche Gewebsgleichartigkeit um so deutlicher.

Man kann alle einfach hieraus resultirenden Gewebe als Epithelialgewebe bezeichnen. Der Name Epithelium oder eigentlich Epithelia ist von Ruysch eingeführt für das äussre Lager von Zellen, welches er auf den Papillen der Haut von den tiefern Schichten zu unterscheiden vermochte. Die Ableitung von ἐπί und ϑηλή, Zitze, und nach der Gestalt übertragen Papille, gestattet, in der Verallgemeinerung, welche die Verbreitung solcher Zelllagen auch ohne unterliegende Papillarentwicklung verlangt, den Namen beizubehalten, aber nicht eben so gut, ihm für den Fall, dass eine solche Schicht als Auskleidung innerer Hohlräume auftritt, entsprechend den eines Endothelium nachzubilden und anzuwenden, wie das 1865 His eingeführt hat,

um die epithelialen Ueberzüge der serösen Häute, das Peritonealepithel, besonders zu bezeichnen. Das ἐπί sollte nicht weggelassen werden, sondern identisch erhalten bleiben, weil wir damit den Ausdruck für die Gränzlage haben. Die innern Epithelien liegen in der Regel nicht den Hautlagen innen an, welchen die äussern aussen anliegen, weil durch Spaltung des Mesoderms die Bär'sche Höhle beide von einander trennt. Wo sie das doch thun, repräsentirt das zwischen ihnen Liegende im Ganzen nicht einfach die Haut, welche in dem θηλή, einem ihr zukommenden Theil, mit pars pro toto, den Ausdruck fand, sondern mehr. Eher würde es angehn, die äussre Lage als epiblastische Epithelien, die eingestülpte oder schon anfänglich zentral liegende als sekundär und primär hypoblastische zu bezeichnen, weil sie als Decke und Boden des Keims einander entgegentreten. Beide können nach Foster's Vorschlag, wenn einfache Zelllagen, monoderisch, wenn mehrfache, polyderisch genannt werden. Aus epiblastischer wie hypoblastischer Lage können durch Einstülpungen mit offen bleibendem Zugang in mannigfacher Ausführung besondre Absonderungsorgane, Drüsen gebildet werden. Die absondernden Elemente aller eigentlichen Drüsen, der Drüsen mit Ausführungsgängen, innerer wie äusserer sind Abkömmlinge der Epithelien. Es bedarf zum Theil besondrer Untersuchung, sicher zu stellen, dass von der Verbindung mit der freien Fläche abgelöste Zellengruppen gleichen Charakters, über das Nächste, also z. B. geschlossne Follikel, Schmelzorgane bei Bildung oberflächlicher Lagen für die Zähne, hinaus, auch weiter, in sogenannten Blutdrüsen, Lymphdrüsen, in der Innenwand der Gefässe, Bekleidung der serösen Häute, oder Organe, deren definitive Verbindung mit den freien Flächen erst später erfolgt, doch von jenen oberflächlichen Zelllagern ursprünglich direkt abgeleitet werden können. Während unter den Epithelien physiologisch Epidermiszellen, Schleimhautzellen, Drüsenzellen, Gefässepithelien, Epithelien der serösen Häute unterschieden werden können, gestatten histologisch ausser der möglichen Wimperausbildung geringere Verschiedenheiten der Gestalt, runde Epithelien, Cylinderepithelien, Pflasterepithelien, polyedrische, spindelförmige und Wimperepithelien zu benennen. Es kommen dazu die Verschiedenheiten der räumlichen Anordnung der ganzen Gewebsmassen, die ungleiche Verbindung mit andern Geweben und es stellt sich so auf dieser Grundlage der Epithelien eine grosse Mannigfaltigkeit aufnehmender, verarbeitender und ausscheidender Apparate dar. Indem man in der Embryologie das äussere Blatt das Hornblatt, das innre das Schleimblatt zu nennen sich gewöhnt hat, wird man allerdings dem gerecht, dass in der Regel, aber nicht immer, die äussere Lage die härtern Epithelien liefert, die innre die weichern, jene die das Ganze schützende, diese vielmehr die den Stoffwechsel besorgende Lage wird. Aber grade für die Entwicklung hat das viel weniger Bedeutung als die ursprüngliche Gleichwerthigkeit, welche in der Invagination so deutlich

wird, und diese Uebereinstimmung ist ein viel wichtigerer Schlüssel als jene sekundäre Gegenstellung. Es ist nicht am Platze, auf die Histologie der Pflanzen näher einzugehn, aber im Ganzen werden die Gewebe der Pflanzen als überall aus einem ebenso gleichwerthigen Zelllager sich entwickelnd gedacht werden dürfen, wie es hier in der Keimhaut von Anfang gegeben ist, und die von der Epidermis in der Botanik gesonderten Hypoderm- und Grundgewebschichten sind nicht als so weit von jener sich entfernend anzunehmen, wie wir das für bei Thieren sich weiter entwickelnde Lagen bemerken werden. Die Einstülpung von äussern Flächen zu besonders wirkenden Hohlräumen ist bei Pflanzen selten auffällig, obwohl die in die Interzellularräume führenden Spaltöffnungen dahin gezählt werden können. Den echten Wurzeln fehlend, dienen sie bekanntlich der Pflanzenathmung, welche aber auch die Bildung flüssiger und fester Körper ermöglicht. Ganz eigenthümliche, mehr den Verdauungshöhlen der Thiere vergleichbare, Bildungen findet man in seltnen Fällen. Die den Aristolochien verwandte Nepenthes bildet das Ende ihrer schmalen stark gekrümmten Blätter zu einer mit einem beweglichen Deckel geschlossnen Urne oder Kanne, zuweilen von mehr als einem halben Fuss Länge und mehr als zwei Zoll Weite aus, welche man mit Flüssigkeit gefüllt findet. Man war schon früher geneigt, dieses Gefäss in sofern einem Magen zu vergleichen als es im Stande sei, den zeitweise gegebenen Wasserzufluss nach und nach zur Verwendung kommen zu lassen. Hooker hat gefunden, dass die Pflanze selbst die Flüssigkeit absondert mit Drüsen, welche, wie in den Epithelien der Thiere, so auch in den Geweben der Pflanzen, sei es einzellig durch besondre Funktion einzelner Zellen, sei es unter Zusammentreten mehrerer Zellen, vorkommen, deren Absonderung oder Inhalt aber in der Regel nicht weiter bei der Aufnahme in den Pflanzenleib in Betracht kommen, sondern ein reines Ausscheidungsprodukt darstellen soll, mag solches wirklich austreten oder in den Geweben liegen bleiben. Bei Nepenthes dagegen soll die Absonderung der Drüsen in den Kannen, indem sie sauer reagirt, Fäulniss der Eiweisskörper hindert, letztere gallertartig umwandelt und löst, in die Kannen gefallne Thiere so verändern, dass Substanzen aus denselben in die Pflanzengewebe aufgenommen werden können und werden, ohne dass dieselben vorher zu Kohlensäure und Ammoniak zerfallen wären. Darüber will auch Mohnicke Beobachtungen gemacht haben. Es würde das diese Pflanzen verbinden mit parasitischen, welche überhaupt auf Kosten andrer Gewebe leben, ohne für deren Bewältigung Hohlräume herstellen zu müssen. Die Blätter der ostdeutschen Sumpfpflanze Aldrovanda, welche man fast immer zusammengeklappt findet, nehmen nach B. Stein doch diese Haltung nur auf einen Reiz ein und umschliessen dann zwischen den sich kreuzenden Borsten der beiden Blatthälften kleine Wasserthiere; eine andre Wasserpflanze, Utricularia vulgaris, hat an den Blättern bis erbsengrosse Blasen mit

zwei kommunizirenden Höhlen. Von diesen öffnet sich nach Cohn die kleinere, als „Mundhöhle“, mit einem, durch eine Klappe gegen das Austreten verwahrten, Spalt nach Aussen. Eindringende Thierchen oder Algensporen sind der Einwirkung eines Schleimes ausgesetzt, welcher durch Auflösung der Scheitelzellen der die Mundhöhle bekleidenden Kolbenhaare frei wird. Aldrovanda und Utricularia haben keine Wurzeln.

Bei Dionea muscipula soll nach Darwin eine ähnliche Absonderung der Drüsenhaare an dem auf Anrühren zusammenklappenden Fortsatze der Blattspitze, wie bei Nepenthes, sauer sein und Insekten, welche durch jene Bewegung gefangen worden sind, verdauen. Die an den Blatträndern stehenden, an ihrer Spitze mit einer kleinen, ovalen, ein Tröpfchen einer klebrigen Flüssigkeit absondernden Drüse versehenen, bei Berührung von Insekten sich einschlagenden Haare von Drosera sollen auch einen verdauenden Einfluss auf solche Thiere geltend machen. Alle diese Beobachtungen von Einrichtungen, in welchen sich mehr oder weniger deutlich Hohlraumbildung, Saftabsonderung und Festhalten fremder Organismen verbinden, befinden sich wohl noch in den Anfängen. Es müsste durch vergleichende Versuche erst sicher gestellt werden, dass jene Pflanzen wirklich Nährstoffe aus ihrer „Beute“ entnehmen.*)

Bildung innrer Höhlen gestattet den Thieren, ausser der Sicherung der Beziehungen zur Aussenwelt für die engere Ernährung durch Einverleibung von Nahrung in Vorrath, eigne Abscheidungen, nachdem sie, mit dem Einverleibten in Berührung gebracht, auf dieses eingewirkt haben, ganz oder theilweise wieder aufzunehmen. Indem so die Organismen von ihrem Eignen abgeben, aber nicht mehr, als sie wenigstens einmal entbehren können, von diesem möglichst Viel wieder aufnehmen und vom Neuen nur soviel, als sich damit amalgamirt hat, verbindet sich die Beschaffung einer kleinen besondern Aussenwelt in ihrem Innern mit der Fähigkeit, diese ausserhalb ihrer lebendigen Substanz doch schon theilweise sich gleich zu machen. Die ganze Verdauung ist ein äusserer vorbereitender Akt und gewährt durch Theilung des Vorgangs eine grössre Leichtigkeit der Assimilation. Ohne das kommt jedoch thierische Assimilation zu Stande, wenn die gegebne Speise schon in hohem Grade vorbereitet ist, bei endoparasitischen magenlosen Thieren. Die äussern Schichten müssen hier, grade wie sonst innere, auswählend die Resorption besorgen, aber eine Ausscheidung in das umgebende Nahrungsmaterial mit dem Erfolge vorbereitender Verdauung scheint nicht stattzufinden.

---

*) Die Experimente von Martin Ziegler an Drosera, regiert von dem Gedanken der Uebertragung eines besondern Prinzips, sind nicht zur Aufklärung verwendbar. Vielleicht sind es sehr schwache ammoniakalische Ausdünstungen, welche die Bewegung hervorrufen.

Aus den äussern Epithelíallägen können sich, namentlich als Milchdrüsen, Organe entwickeln, welche für zu pflegende Brut gradezu passende Nahrung abscheiden.

Das von innern Epitheliallagen aufgenommene Material wird während des Aufenthalts im Körper theilweise den Plastiden zugelegt und durch sie zu Körpertheilen gemacht, theils wird es direkt, oder nachdem es Körpersubstanz im engsten Sinne war, vermittelst innerer oder äusserer Epithellagen abgegeben, falls es nicht im Körper selbst als bei Seite gelegte Substanz liegen bleibt. Durch die verschiednen, fettige Körper absondernden, Hautdrüsen, besonders auch Milchdrüsen, zieht sich zu den, Fettsäuren liefernden, Schweissdrüsen und der Kohlensäureausscheidung athmender Flächen eine beachtenswerthe Reihe von Absonderungen durch äussre Epithellagen mit verschiedner Beschaffenheit, namentlich auch mit verschieden hohen Oxydationsstufen.

Wir legen ganz besondern Werth darauf, die äussere und innere so gebildete Lage, beziehungsweise, wenn dazwischen weitere gebildet werden, die äussere und innere Gränzschicht als das vorzüglich Vergleichbare hinzustellen.

Die Gegensetzung einer äussern und innern Zelllage, beider als Gränzschichten, hat bei Hydroidpolypen im Allgemeinen die englischen Autoren, Allman, Huxley, Wright und andre veranlasst, für diese beiden Lagen die Namen Ektoderm und Endoderm anzuwenden. Als das in deutsche Literatur überging, brauchte Claus diese Ausdrücke ebenso bei Hydra, Siphonophoren, Larven von Cölenteraten und schrieb dabei wechselnd Entoderm, welche Wortumändrung sprachlich nicht begründet ist. Ray Lankester versuchte die Uebereinstimmung der Zelllage in den verschiedenen Thiergruppen zu beweisen und Huxley wies auf die Aequivalenz des Ektoderm und Endoderm der Cölenteraten mit dem äussern und innern Keimblatt des Wirbelthierembryo hin. Das bestätigte Kleinenberg in der Entwicklung der Hydra. Häckel, welcher gleichfalls Entoderm und neuerdings statt Ektoderm: Exoderm schreibt, stellte die Urthiere, Protozoa, als eines Endoderms oder Gastrophyllum ermangelnd, den höhern Thieren, Metazoa, welche ein solches besitzen, entgegen, welch' letztre man, weil sie allein den Keim mit seinen zwei Blättern bilden, keimbildende Thiere, Blastozoa, nennen könne, oder weil das eine Blatt eine Verdauungshöhle konstituirt, Magenthiere, Gastrozoa. Die Betonung des Mangels eines Endoderms bei den Protozoen hat eine logische Schwäche, wenn man wie Häckel die Infusorien für einzellig ausgiebt. Wenn das Majus, die Einzelligkeit, ihre Eigenschaft sein soll, kann das Minus, der Mangel der einen Lage von Zellen oder des Innerlichwerdens eines Theiles der Zelllage, nicht wohl als Kriterium dienen. Wenn wir die Einzelligkeit bei echten Infusorien nicht annehmen, wäre jene Weise der Unterscheidung soweit zu-

lässig, als nicht eine in's Innere führende Oeffnung vorhanden ist. Infusoria ciliata astoma würden dann als aktuelle Bionten entsprechen einer gewimperten Blastosphäre als virtuellem Bionten. Sowie eine Mundöffnung da ist, ist der Gegensatz für Innenfläche und Aussenfläche physiologisch gegeben, es ist etwas erreicht, was wichtiger ist als die Zelleinheit, und, da über die Unterscheidung zweier Zelllager dann mindestens ebensoviel gestritten werden könnte, als über die Anwesenheit mehrerer Zellen überhaupt, passt die Betonung eines Endodermmangels auch in diesem Falle wenig.

Von den eben berührten Keimblättern bei Wirbelthierembryonen war zuerst das Darmblatt von C. F. Wolff 1759 in der theoria generationis und 1764 in der Schrift über die Bildung des Darmkanals beschrieben und die Entwicklung des Darmrohrs aus einer blattartig ausgebreiteten Anlage nachgewiesen worden. Das war von besondrer Wichtigkeit, weil das nicht eine Entwicklung aus Einschachtelung, eine Enthüllung, eine evolutio, sondern eine Entstehung von gänzlich Neuem aus einfachstem Material, eine Epigenese, war und somit die hartnäckig festgehaltne Evolutionstheorie und ihre ungemein phantastischen Konsequenzen stürzen mussten.*) Auch war Wolff die Aehnlichkeit der blattartigen Darmanlage mit drei andern Anlagen, der des Nervensystems, der Fleischmasse, des Gefässsystems und die Bedeutung bläschenartiger Elemente bei dem Wachsthum dieser Systeme nicht verborgen geblieben und er hatte als das Wesentliche des Vorgangs die Kombination des Thiers aus vier zu verschiedenen Zeiten gebildeten ungleichen Lagen, in Beherrschung der Gestaltung durch einen Typus, philosophisch erkannt. Erst als durch Meckels Uebersetzung 1812 diese Arbeiten Wolffs neu eingeführt wurden, baute die Döllinger'sche Schule, Pander, Bär, Rathke, unterstützt durch die Untersuchungen andrer über Ei und Befruchtung, darauf die elementaren Grundlagen der jetzigen Kenntnisse in Entwicklungsgeschichte. Pander unterschied in der Keimhaut des Hühnchens das äussre seröse Blatt vom innern, dem Schleimblatt, zwischen welchen sich das Gefässblatt entwickle. Von letzterm kann erst im Buche von der Organisation die Rede sein. Bär sah die anfängliche Trennung nicht, sondern erst später die Scheidung in ein äusseres animales Blatt mit Hautschicht und anhängender Fleischschicht und ein inneres vegetatives mit Schleimschicht und anhängender Gefässschicht. Er hob die Möglichkeit gemeinsamen Ursprungs der Fleischschicht und der Gefässschicht in einer gemeinsamen mittleren Masse deutlich hervor. Zwei weitere Auffassungen, die von Reicbert und Remak, stimmen darin überein, dass sie ein inneres Blatt für das Darmepithel, Darmdrüsenblatt, und ein mittleres, membrana intermedia, motorisch germinatives Blatt, annehmen, während

---

*) Dass übrigens schon Harvey über hundert Jahre vor Wolff Epigenesist war, haben wir oben bei Gelegenheit seines Gegners Baco hervorgehoben.

Reichert*) von der äussern Lage, dem Nervenhornblatt Remak's, eine äussere Abtheilung als eine vergängliche Umhüllungshaut ansieht, Remak nicht. His bezeichnet das motorisch germinative Blatt als Produkt der beiden andern Blätter, es habe keine unabhängige Entwicklung.

Da wir hier nicht weiter in die Entwicklungsgeschichte eingehn können, sondern nur die Differenzirung der Gewebe in ihren Grundlagen besprechen wollen, so wird es genügen, an das über ein äusseres und ein inneres Blatt Gesagte Folgendes über Zwischenschichten anzuknüpfen.

Es vermögen sich sowohl der äussern einfachen, einschichtigen, oder polyderischen, mehrschichtigen, als der innern Zelllage, soweit sie durch Epithelien repräsentirt ist, weitere Gewebe zu gesellen. Dieselben stehn zum Theil in sehr inniger Beziehung zu den gedachten Lagen selbst. Das gilt namentlich für das sogenannte nervöse Blatt, welches in der Regel mit der äussern Zelllage zum Nervenhornblatt zusammengeworfen wird. Diese innige Verbindung bestätigt sich besonders an den Zellen für Rückenmark und Gehirn, welche erst ganz oberflächlich liegen und flächig ausgebreitet sind, erst später als Wände eines engen Kanals stehen und überwachsen werden von den, bei ihrer Umwandlung zum Rohre sich über sie erhebenden und sie in Ueberwölbung umschliessenden, andern Theilen, bis sie endlich die tief versteckten nervösen Elemente werden. Man darf aber nicht ausser Acht lassen, dass das gedachte Rohr mit Epithel ausgekleidet ist. Dies beweist, dass auch hier nach Aussen von den nervösen, viel mächtiger sich entwickelnden, Elementen eine Lage des Keims Epithel wurde oder richtiger Epithel blieb, erst die äusserste auf der Fläche, später die innerste im vollendeten Rohr. Die äusserste Lage würde also, so innerlich sie werden mag, Epithel bleiben. Es können die nervösen Elemente als zunächst von den Oberflächenelementen abgeleitet, als das, was sich ohne Bildung weitrer Zwischenschichten den Epithelien gesellen kann, angesehn werden, aber sie sind immer etwas Anderes; das Nervenblatt ist nicht das äusserste, und das Nervenhornblatt der Wirbelthiere oder Hornnervenblatt ist etwas in sich Zweitheiliges. Nicht nur in den Zentralorganen gegen den Kanal und den daraus entwickelten Ventrikeln liegen die Nervenzellen den Oberflächen ganz nahe, sondern sie treten auch in der peripherischen Verbreitung hart an und zwischen die Epithelien. Die zwischen den beiden Endpunkten laufenden Verbindungsfäden sind zum Theil ersichtlich durch die Entfernung der peripherischen Theile von den zentralen im Wachsthum sekundär ausgezogen. Wie man, wenn auch die inter-

*) Es ist unrecht wenn Reichert so eine äusserste Lage als Umhüllungshaut bezeichnet, das, wie Häckel es thut, dahin auszudrücken, dass Reichert das ganze äussere Keimblatt, aus welchem Gehirn, Haut u. s. w. entstehn, als vergänglich ansehe; es dürfte sich hier wohl darum handeln, äussre, auch sonst der Abhäutung sehr fähige, Lagen von tiefern gesondert vorzustellen.

mediären Massen Nerven bekommen, nicht annimmt, das Nervengewebe sei für seine Entstehung abhängig von der einer intermediären Lage, so muss man es auch nur als zum Theil innigst verbunden betrachten mit der äussern Zelllage, dem Hornblatt, ebenso früh fertig gestellt als dieses, aber ebensowenig identisch mit ihm als etwa mit den Muskeln. Alles dieses Sekundäre, Nerven, Muskeln, Bindegewebe, entwickelt sich von dem äussern oder innern Blatt oder von beiden zusammen zu einem mehr oder weniger gespaltenen oder ungleich zugetheilten Zwischenblatt und es ist nicht in jeder Beziehung von gleich grossem Werth, die bestimmtere Verbindung des Nervenblattes mit der Epithellage zu betonen.

Da die Autoren ungleiche Beobachtungen über die Spaltung und Verbindung zwischen den einzelnen Lagen in der Geschichte des Keims gemacht haben, so ist vielleicht die Funktion wichtiger für das Verständniss als die Zusammenordnung während der Entstehung. Bei den höhern Thieren haben beide Epithellagen, welche wir als primäre vegetatives äusseres und vegetatives inneres Blatt nach ihrer Arbeitsleistung bezeichnen, welche das Uranfängliche sind und an ihren Rändern kontinuirlich in einander übergehn, eine Zutheilung weiterer Einrichtungen, welche wir als primär animale bezeichnen wollen; aber diese Zutheilung trifft beide nicht gleich. Wenn eine mehr oder weniger vollkommene Spaltung der primär animalen Gewebe zu Stande kommt, so wird im Allgemeinen und so sofort bei den Wirbelthieren dem Darmdrüsenblatt nur ein qualitativ und quantitativ geringerer Theil animaler Gewebe beigegeben, eine schwache Lage, bei den Wirbelthieren glatter, dem Willen nicht unterworfner, langsam arbeitender, aber auch langsam ermüdender, Muskelfasern, und eine Gruppe von Nerven, welche ihre Zustände unbestimmter und langsamer auf das Gehirn übertragen, die sympathischen, keine Knochen; dem Hornblatte dagegen ein qualitativ und quantitativ grösserer: mächtige, gegliederte dem Willen unterworfne, rasch reagirende, aber auch rasch ermüdende Muskeln, bei den Wirbelthieren im Gegensatze mit quergestreifter Faser, die Empfindung rasch und vollkommen leitende und ebenso schleunig Bewegung veranlassende Nerven, häufig ein die Arbeit der Muskeln gliederndes und bestimmendes festes Gerüst, bei den Wirbelthieren aus Knochen oder Knorpel. Stellenweise vollständig durch die Bär'sche Höhle, den Peritonealraum, getrennt, verbinden sich doch an gewissen Stellen, Mund, After, Mittellinie unter der Wirbelsäule, die beiden Gruppen, welche wegen jener grössern Zutheilung animaler Elemente zum einen und der stärkern Vertretung und Arbeit der vegetativen im andern, welche übrigens sekundärer Natur sind, öfters die gegensätzlichen Namen animales und vegetatives Blatt oder, wenn man in jedem die Benennung verschiedner Blätter möglich lassen will, animale und vegetative Sphäre, zu bekommen pflegen. Man sieht, dass die Verwandtschaft, wie der freien Flächen an diesen beiden Sphären, so auch der tiefer liegenden Theile beider,

je untereinander, histologisch wichtigere Uebereinstimmungen liefert, als die Art der Verbindung der beiderlei Elemente in jedem der Blätter Unterscheidungen. So vermag denn auch, abgesehn von der ersten Invagination, nachträglich das äussere Blatt in Einstülpung noch innerlich zu werden, die Mundhöhle und die Oeffnung des Mastdarms und der Kloake zu bilden und Elemente von der Natur, wie sie in ihm gewöhnlich ist, können von diesen Einstülpungen aus sich weiter einsenkende Einrichtungen versorgen. Es gelangen zum Beispiel bei Wiederkäuern quergestreifte Muskeln an der Speiseröhre bis zum ersten und zweiten Magen herab. Die Gefässe, in welchen die Epithelien auf eine Abkunft schon von den frühsten einfachsten Zelllagen deuten, bilden einen wesentlichen Bestandtheil in diesem intermediären Blatte und geben in dessen Spaltung jedem Antheil ihre Verzweigungen. An ihnen trägt die Herzmuskulatur einen mehr unentschiednen Charakter. Dass die Unterschiede der Muskellagen des sogenannten vegetativen und des animalen Blattes überhaupt nicht so viel zu sagen haben, beweist, dass sie auch in einigen andern Fällen sich mehr vermischen und dass ihre Gegensetzung nicht überall den gleichen Rang behauptet. Insekten haben auch innerlich quergestreifte Muskeln, Schnecken meist überhaupt nicht; und wo sie solche haben, verliert sich, wie ich bei der Zungenmuskulatur von Trochus gezeigt habe, der Ausdruck dieses Charakters manchmal nach dem Tode sehr rasch;*) Würmer haben theils quergestreifte Muskeln, theils nicht.

Die niederste Vertretung dieser eigentlich das thierische Leben erst bestimmt über das pflanzliche erhebenden intermediären Schicht, unsrer animalen, des Mesoderms, ist vielleicht die von Kleinenberg bei Hydra gefundene. Das Ektoderm besitzt hier zu äusserst eine einfache Lage grosser Zellen von solidem Protoplasma mit grossen elliptischen Kernen. Zwischen ihren sich zuschmälernden Wurzeln findet sich ein Interstitialgewebe von zahlreichen kleineren Zellen, welche theils Fadenzellen für die der ganzen Gruppe der Coelenteraten zukommenden Nesselfäden, theils einfache Kerne enthalten. Weiter innen stösst an das Endoderm ein schmaler heller Streif, in welchen Muskelfasern eingebettet sind, welche bei genauerer Untersuchung als sich rechtwinklig umbiegende und anlehnende Ausläufer der äussersten Zelllage erscheinen sollen, also als kontraktile Muskelfortsätze jener Zellen, verbunden durch Interzellularsubstanz, während die Zellen selbst durchaus nicht kontraktil sind. Kleinenberg hält den äussern Theil, die eigentliche Zelle, für empfindend, das Ganze für den niedrigsten Zustand des Nervenmuskularsystems, einen Träger doppelter Funktion, eine Nervenmuskelzelle. Zu innerst wird das Endoderm

*) Ueber quergestreifte Mundmuskulatur bei Neritina fluviatilis vergleiche man die Mittheilung im Kapitel über Nahrungsaufnahme und Verdauung.

von einer einschichtigen Lage gekernter hüllenloser Plastiden gebildet, welche an der Basis des Polypen und in den Tentakeln jede eine Vakuole führen, aber in der Magengegend in der Regel nicht. Ein Theil der Endodermzellen führt eine Geissel, einige zwei, viele keine; viele enthalten sehr kleine eiweissige Körper, die bei Hydra viridis zum Theil mit einem wirklichen Chlorophyllüberzug bedeckt seien, von dem wir später wieder reden müssen. Während Allman die Geschlechtsprodukte der Hydroidpolypen überall dem Endoderm zuschreibt, leitet Kleinenberg Hoden und, wie wir schon anführten, den Eierstock aus dem dem Ektoderm zugetheilten Interstitialgewebe her. Das Muskelblatt, Zwischenblatt, unser animales Blatt, ist also bei Hydra kein unabhängiges noch weniger ein gespaltenes Lager geworden. Man sollte aber nach dem Gang der Entwicklung dessen Herstellung vorzüglich aus der Decke des Keims herleiten, was das Wachsthum in scheinbarer Selbstständigkeit für den dem Boden, dem Schleimblatt, etwa zugetheilten, abgespaltenen Antheil nicht ausschlösse. Ueber den Coelenteraten, und schon in der Regel bei ihnen, wird dann die Entwicklung des Zwischenblattes deutlich.

Der vielzelligen Blastosphäre gab Häckel den Namen Morula, nach Einstülpung oder Eröffnung des Hohlraums in Durchbruch Gastrula, während Ray Lankester den in der Entwicklungsgeschichte der Polypen und Quallen für den wimpernden, sich festsetzenden und eintiefenden Embryo gebräuchlichen Namen Planula für diesen Zustand hatte beibehalten wollen. Indem Häckel statuirt, dass, weil alle Metazoa in ihrer individuellen Entwicklung, Ontogenie, von der Gastrulaform mit Urverdauungshöhle und Urmund ausgehn, auch ihre Stammesentwicklung, Phylogenie, auf die Gastrula zurückgeführt werden müsse, baut er darauf eine Gasträatheorie, nach welcher alle seine Metazoa einen Ursprung von einer einzigen Form, einen monophylen Ursprung, von einem Thiere der laurentischen Periode, welches er Gasträa nennt, gehabt haben sollen. Dieser Ausdruck wird für uns die Bedeutung haben, mit seiner Hülfe die Gleichartigkeit in der Entwicklungsgeschichte, soweit solche sich bestätigt, festzuhalten; der naturphilosophische Antheil der Theorie und die weitre Eintheilung der Metazoa aus der Entwicklungsgeschichte wird später berührt werden. Hier nur noch soviel: Den Zusammenhang der zwei Theile des Muskelblattes, des zum Ektoderm und des zum Endoderm zugetheilten, in der Axe der Wirbelthiere nimmt Häckel als Verwachsung, die bei unabhängiger Aktion beider einer Spaltung Platz macht. In die primitive Leibeshöhle, Coelom, werde durch die Darmwand Flüssigkeit transsudiren: erstes Blut mit abgelösten Elementen des dem Darm zugetheilten Mesodermantheils, des Darmfaserblatts oder der Darmfaserplatte. Wenn kein Coelom da ist, fehlt das Blut: Spongien, Akalephen, Turbellarien, Trematoden, Cestoden; mit einer Spur von ihm ergiebt sich das erste Blut: Hämolymphe, Hämochylus.

Das Coelom ist ihm also nicht Furchungshöhle, vesicula blastodermica, Bär'sche Höhle, weil das zu dem Durchbrechen der Schwämme nach Herstellung von Ektoderm und Endoderm nicht passt. Auch könne das Endoderm nie eine Leibeshöhle, ein Coelom, umschliessen, was sich gegen Leuckart's Theorie der Coelenteraten richtet, dass nämlich bei diesen der Darm in die Leibeshöhle übergehe. Die Bildung der Verdauungshöhle sei das phylogenetisch Aeltre; der Darm habe lange bei Acoelomen existirt, bevor bei Würmern das Coelom sich bildete. Die erste Lymphe wird jedoch nach dem Vorkommen farbloser Blutkörper in Leibeshöhlen und deren Auskleidung mit Epithelien vielmehr von den Epithelien als von einem aus solchen hervorgegangnen Darmfaserblatte abgeleitet werden müssen.

Huxley, in Gegenstellung der Thiere mit Zelldifferenzirung, Metazoa, gegen die Protozoa und Annahme, dass unter jenen die Coelenteraten und Skolecimorphen: Turbellarien, Nematoden, Trematoden, Hirudineen, Oligohöten, sowie vielleicht Räderthiere und Gephyrea, archäostom seien, den Urmund, Invaginationsmund, behielten, unterscheidet bei denjenigen, welche sekundär einen neuen Mund erhalten, den Deuterostomata, drei Entstehungsweisen für das Coelom. Bei den Echinodermen, Sagitta und Balanoglossus entstehe es nach A. Agassiz, Mecznitoff und Kowalevsky durch Abzweigung vom Darm: Enterocoela; bei den polychäten Würmern und deren oligomerer Modifikation, den Mollusken, sowie bei den Arthropoden durch Spaltung des Mesoblast: Schizocoela; bei den Tunikaten durch Invagination der äusseren Wand: Epicoela. Die Wirbelthiere sind schizocoel aber ausserdem kann bei ihnen in der Kiemenregion mehr äusserlich ein Coelom nachgeäfft werden durch die Ueberwachsung dieser Region durch ein Kiemendach, welchen Vorgang R. Leuckart und ich beim Amphioxus 1857 nachwiesen und welcher bei der Kaulquappe längst bekannt ist. Cestoden und Akanthocephalen seien sekundär mundlos gewordene Gasträen.

Indem die Bildung einer Verdauungshöhle, jenes Mitteldings zwischen Aussenwelt und Bestandtheil des Leibes dem Thiere eine periodische Unabhängigkeit für Nahrungsaufnahme und die oben geschilderte Möglichkeit giebt, aufgenommene Nahrung mit eignen Säften zu bearbeiten, ohne diese zu verlieren, gewährt sie daneben ein den thierischen Funktionen günstigeres Verhältniss zwischen Masse und Oberfläche, als es ein solider Körper haben würde. Die Leibeshöhle aber, mag das Coelom aus der Segmentationshöhle entstehn oder nicht, bezeichnet überall eine grössere Unabhängigkeit der Entwicklung und Thätigkeit der äussern, im alten Sinne animalen, Theile von den dem Verdauungsapparate zugetheilten und verlangt zugleich, je höher die Entwicklung jener sogenannten animalen Sphäre geht, um so sichrer die Herstellung von Einrichtungen, um die Errungenschaften der vegetativen Sphäre an Nahrungsmaterial auch ihr zukommen zu lassen, von beweglichen Geweben, Lymphe und Blut, und Bahnen für dieselben.

Wenn in lebenden Körpern eine Summirung gleichwerthiger oder differenzirter, ungleichwerthiger Elemente auftritt, erscheinen die Theile nur als Träger eines Antheils der Lebenserscheinungen und dem Ganzen gegenüber als dessen Arbeitswerkzeuge, Organe.

Den Ausdruck ὀργάνικος hat Aristoteles, Plutarch den Gegensatz ἀνόργανος. Diejenigen Philosophen, welche in einem Theile der Naturkörper ein Besonderes, Alles Durchdringendes und Beherrschendes über den Theilen und von ihnen ablösbar dachten, machten den Gegensatz des Organe, dem Ganzen dienende Theile, Besitzenden, des Organischen gegen das Anorganische immer geläufiger. Durch Buffon und Linné wurde diese Gegensetzung naturgeschichtlicher Schulbegriff. Buffon schien es übrigens schon, dass dieser Gegensatz den Verhältnissen nicht vollständig Rechenschaft trage. Man solle statt „Organisch" und „Roh" lieber „Lebend" und „Todt" einander entgegen stellen, denn Ueberreste lebender Wesen machten den Hauptbestandtheil von Marmoren, Mergeln, Torfen aus, so dass diese Stoffe, Organisirtes enthaltend, mit Unrecht als roh bezeichnet würden. So können für unser Auge Organisationsverhältnisse vorhanden zu sein scheinen, während sie es nicht so sind, dass die Lebenserscheinungen noch ungestört wären. Auch kann an einzelnen Stellen das Leben oder der Wechsel fehlen, wie es im Ganzen erloschen sein oder ruhen kann. Es kann also etwas organisirt sein, ohne doch zu leben, die beiden Begriffe decken einander nicht. Die Behauptungen von sehr alten Getreidekörnern oder Hülsenfrüchten, die doch noch keimfähig waren, in welchen die sie zum Wiedererwachen lebhafteren Stoffwechsels befähigenden, das Leben fortsetzenden, Vorgänge ganz minimale gewesen sein oder das Leben ganz hat ruhen müssen, werden von vielen Botanikern für Schwindel erklärt. Aber selbst bei Thieren kann ein starrer Zustand jahrelang dauern. 1701 sah Leeuwenhoek erstarrte Räderthiere, 1743 Needham Waizenälchen, 1776 Spallanzani Tardigraden, 1796 Guanzati polygastrische Infusorien in solchen lange währenden Erstarrungen. Bei den Waizen- oder Kleisterälchen kann die scheinbare Leblosigkeit nach Heys bis zu zehn Jahren dauern. Man lässt sie zu mikroskopischen Beobachtungen durch etwas Wasser nach Belieben wieder aufleben; das Erstarren im trocknen Waizenkorn gehört durchaus zu ihren normalen Erlebnissen. Ebenso ist Greeff geneigt, anzunehmen, dass Vortizellen und andere Wimperinfusorien Monate und Jahre erstarrt in der Erde oder unter Moos leben können. Nicht nur Austrocknen, sondern auch Gefrieren ertragen Thiere. Ich las selbst 1857 aus dem zurückgestauten Eise der Elbe bei Cuxhaven Rippenquallen, Cydippe, auf, welche so hart gefroren waren, dass man sie wie Steine rollen konnte, und welche doch in einem Glase Seewasser wieder alle Lebenserscheinungen entfalteten und noch mehrere Tage äusserten. Larven von Chironomusmücken überwintern in bis zum Grunde gefrorenen Tümpeln und

müssen das wohl auch nach den Berichten von Bessels über die Mückenschwärme, im höchsten Norden Grönlands noch in 81° 38′ N. B. thun, wo sie möglicher Weise Lufttemperaturen von unter — 40° C. zu überstehn haben. Auch Frösche ertragen zum Theil das Gefrieren und Aufthauen der Lymphe in den Unterhauträumen; Schnecken können Monate und Jahre in ihren Gehäusen eingeschlossen ohne Nahrung und Wasser lebend bleiben, wo allerdings in ihnen unterdessen die Lebensthätigkeiten nicht eigentlich still gestellt, sondern nur sehr verlangsamt sind, und haben dann wohl aufwachend sich in Sammlungen zu lösen gewusst und ihre eignen Etiquetten verzehrt. Es ist auch gar nicht undenkbar, dass eine Zeit lang in organischer Materie solche Vorgänge, wie sie sonst das Leben charakterisiren, überhaupt nicht stattfinden und doch nachher wieder eintreten, dass z. B. ein festerer, innerliche Umsätze nicht zeigender Plasmazustand erst bei Einwirkung von Licht, Wärme, Wasser einem andern beweglichen Platz machte. Etwas davon hat ja der ruhende Zustand in einem befruchteten aber nicht bebrüteten Ei. Was da, nachdem ein Gewisses abgelaufen ist, an Verdunstung und Anderem vorgeht, ist nicht mehr dem Leben zuzuzählen, sondern geschieht gegen das Leben. Die Substanz harrt, wie ein Samenkorn, mit einer gewissen, begränzten, Dauerhaftigkeit, der belebenden Einwirkung. Es wartet das, was bei sogenanntem latenten Leben im Genaueren geschieht, noch einer für die einzelnen Fälle gegliederten Untersuchung.

So lange man der Zelle gewisse Einrichtungen beimass und sie mit solchen als allgemeine Grundlage des Lebenden ansah, hatte sich der Begriff des Organischen, als durch gewisse äussere Eigenschaften vom Uebrigen scheidbar und durch sie besondrer Leistungen fähig, als ein Begriff auf gestaltlicher Grundlage, ein morphologischer Begriff, halten lassen. Man war darin durch die Zelltheorie noch befestigt worden. Was eben sonst keine Organe hatte, für das hatte sie doch die Zelle.

Jetzt kann der Begriff des Lebens nur an die Leistung geknüpft werden, er kann nur noch ein physiologischer sein, die lebenden Körper sind durchaus nicht mehr alle organisch im morphologischen Sinne. Die Begriffe Leben und Organisirtsein decken sich jetzt also auf beiden Seiten nicht. Während der Begriff des Organischen von sichtlicher und bedeutsamer Differenzirung der Theile entnommen wurde, finden wir das Leben seinen Anfang nehmen von Zuständen, in welchen eine gegensätzliche und spezifische Natur der Theile nicht zu erkennen ist. Es giebt ein allmähliches Herabsteigen zu, oder ein Aufsteigen ausgehend von Organismen ohne Organe, ohne morphologische Grundlage zu diesem ihnen eigentlich nicht gebührenden aber der physiologischen Leistung halber übertragenen Titel. Wenn wir den Plastiden eine verborgene Organisation zuschreiben, so hilft das nur scheinbar weiter, wir müssen doch mit dem, was wir nach höhern Thieren unter Organisation verstehn, irgendwo aufhören.

Man gab also zunächst für die ausgezeichneteren Fälle differenzirten Theilen, vielleicht in etwas weiterer Anwendung als für die Aristotelischen „Glieder“, den Namen von Organen, indem man das Postulat zu Grunde legte, dass der betreffende Theil eine gewisse Arbeit für die Gemeinschaft besorge und dass er für diese seine Thätigkeit wieder als ein Ganzes dastehe. Der Begriff des Ganzen ist dabei relativ; es kann ein Finger, eine Hand, ein Arm als Beispiel dienen, aber man wird nicht wohl zwei unserer Finger oder den halben Körper ein Organ nennen dürfen, weil diese Summe von Theilen nicht grade so für ein Geschäft aufzukommen pflegt, vielmehr entweder als ein Mehrfaches oder als ein Unselbstständiges oder als ein Unvollständiges erscheint.

Wenn einzelne Plastiden oder Häufungen gleichartiger Plastiden das gestellte Postulat erfüllen, so sind sie einfache Organe; so eine für sich stehende Wimperzelle, eine einfache Drüsenzelle oder das ein Haar zusammensetzende Aggregat von Oberhautzellen. Solche Aggregate sind einfache Gewebe. Wenn verschiedenartige Zellen oder Zellfusionen sich zu einer Gesammtgestalt und Gesammtleistung verbinden, so sind sie zusammengesetzte Organe oder Gewebszusammensetzungen, z. B. Muskeln, Gefässe. Verschiedenartige einfache oder zusammengesetzte Organe können sich zu Systemen verbinden durch Gleichartigkeit der Funktion, deren Summe dann auf dieser Verbindung beruht, z. B. Nervensystem. Verschiedenartige Organe oder Organsysteme, deren Thätigkeit in einem gegliederten Ganzen zu einem gemeinsamen Effekte zusammenwirkt, kann man als Apparate zusammenfassen z. B. Fortpflanzungsapparat. Die Ausdrücke werden oft noch weniger scharf angewandt, als es immer die der Natur der Sache nach allerdings auch in einander übergehenden Beziehungen gestatten würden.

Individualität und Pleomorphie.

In allen Verbindungen von Plastiden unter einander mit oder ohne Differenzirung, Bildung von Organen und Organkomplexen kann der einzelne Theil für seine Thätigkeit in einer Sonderung von den Uebrigen oder Gegensetzung gegen dieselben vorgestellt werden, er kann für einige Vorstellungen ein Abgesondertes, ein Ganzes bilden.

Für diese Absonderung und Selbstständigkeit der Theile gegenüber der Gemeinschaftlichkeit, welche doch wieder den Einzelnen mit den Uebrigen verbindet, können die im Thierreiche vertretenen Verhältnisse nicht mit gleichen Normen ausgedrückt werden, sondern dieselben sind äusserst verschieden und das nicht in scharfen Abtheilungen sondern überall mit ver-

mittelnden Gliedern. Die Thierlehre verlangt deshalb eine besondere Untersuchung des Begriffs des den Theilen gegenüberstehenden Ganzen, welches man nicht theilen kann, ohne seine wesentliche Beschaffenheit zu vernichten und welches man deshalb Individuum genannt und als den natürlichen Ausgangspunkt der Betrachtung angesehn hat.

In der Abstraktion müssen wir in einem Thierindividuum begehren einen thierischen Körper, der gestaltlich, morphologisch, und für seine Lebensthätigkeiten, physiologisch, gegen andere vollkommen abgegränzt und unabhängig ist und dessen Theile, der Gesammtheit untergeordnet, von ihr abgelöst aufhören, die geordneten Lebenserscheinungen an sich ablaufen zu lassen, so dass auch an dem nach Ablösung von Theilen übrig Bleibenden die Funktionen des frühern Ganzen unverstümmelt nicht mehr zu Stande kommen. Es liegt in der Vorstellung der Unabhängigkeit oder wird ihr gesellt, dass ein solches Individuum alle die Einrichtungen, welche zu seiner gedeihlichen Erhaltung nothwendig sind, oder, indem wir das in den Arteigenschaften zusammenfassen, Alles das besitze, was zur Charakterisirung der Art dient, dass es der Aussenwelt gegenüber allein aus seinen Eigenschaften die an den Begriff Thier im Allgemeinen und diese Form im Besondern zu stellenden Anforderungen erfüllen könne.

Der durch das Wort zunächst allein gegebne Begriff der Unzerlegbarkeit ist nicht absolut genommen, sondern nur in Beziehung auf den Thierbegriff und ebenso ist der Begriff der Selbstständigkeit, der Abgränzung, welcher sich dem der Untheilbarkeit aus der bis zu dieser fortgeschrittnen Theilung oder Absonderung gesellt, auf die Postulate des Thierbegriffs erweitert und daraus das sich Genügen entwickelt. Abgränzung, Unzerlegbarkeit, Genügen in sich sind die idealen Charaktere eines streng einheitlichen, vollendeten Thierindividuum. Dem entgegen stehen Organismen, welche mit andern verbunden sind, sich mit ihnen ergänzen, oder in sich eine zerlegbare Vielfältigkeit enthalten.

Diese Begriffsbildung ist ausgegangen von der räumlichen Anschauung und der weitern Erfahrung, dass mit dieser eine gewisse Summe physiologischer Leistung verbunden ist. Zusammenhörigkeit und Sonderung gehen für das Eine und Andre nicht nothwendig in Uebereinstimmung oder proportional. So lange wir statt der ganzen Erfüllung wenigstens den weit überwiegenden Theil der physiologischen Leistung in einem räumlich Abgesonderten finden, bleiben wir gegen die kleinen Abweichungen gleichgültig. Wenn wir uns dem nicht verschliessen können, dass die physiologische Leistung auf räumlich Getrenntes vertheilt sei und Solches für jene zusammen gehöre, erachten wir zunächst die deutliche Trennung für die Individuen, den gestaltlichen Abschluss, als das Entscheidende und opfern im Begriffe bereitwillig jenes andre Postulat einer vollen physiologischen Leistung und physiologischen Unabhängigkeit. Sieht man dabei genauer zu, so findet

man, dass morphologische volle Individualitäten nicht physiologische volle Individualitäten zu sein brauchen, und der Begriff der thierischen Individualität erscheint erschüttert. Dazu giebt es überall Zwischenglieder, welche beweisen, dass, wie die morphische und physiologische Stellung eines Körpers nicht gleichwerthig zu gehn brauchen, so auch innerhalb jeder dieser beiden Betrachtungsweisen je nach den verschiedenen Beziehungen verschiedene Auffassungen möglich sind. So werden die Unterscheidungen zwischen zusammensetzenden Elementen, Geweben, Organen, Theilstücken einerseits und ganzen Thieren andrerseits in Betreff des Werthes als Individuen, statt absolut zu sein, relativ. Jene können für gewisse Beziehungen durchweg und unter gewissen Umständen regelmässig der Aktion oder Form nach selbstständig auftreten, dann also, im Sinne, damit die anschauliche Auffassung eines Gegenstandes zu bezeichnen, Individuen sein, obwohl sie auf das deutlichste nicht nach allen Richtungen oder in allen Fällen eine physiologische Abgeschlossenheit und Vollleistung besitzen.

Um den verschiedenen Vorkommnissen, namentlich zur Beschreibung zusammengesetzter Polypen, durch weitre Abstraktionen gerecht zu werden, unterschied R. Leuckart 1851 in seiner Arbeit über den Polymorphismus Individuen verschiedener Ordnung: Stöcke, Individuen, Organe; dann morphische und physiologische Individuen; V. Carus in Anlehnung daran 1853 vollständige Individualitäten, Polymorphie selbstständig gebliebener und Polymorphie materiell verbundener, theils nur mit geschlechtlicher, theils mit weitrer Arbeitstheilung. Huxley, vom Allgemeinsten Ausgang nehmend, stellte 1855 auf: Einheit der Anschauung, z. B. für eine ganze Landschaft; Einheit der Theile, welche durch ein Koexistenzgesetz verbunden sind, z. B. in einem Krystall; Einheit von Zuständen, welche durch ein Successionsgesetz sich verknüpfen. Durch Letzteres wird es möglich, verschiedene auf einander folgende Zustände eines Thiers, Metamorphosen, und mehrere auf einander folgende Generationen, wenn sonst Motive dazu vorhanden sind, unter eine einheitliche Auffassung zusammenzunehmen. Häckel endlich stellte in seiner generellen Morphologie die Relativität der Individualität an die Spitze, wobei dann Individualitäten verschiedener Ordnung, bald als selbstständige lebende Wesen, Bionten, bald in Zusammenstellungen, auftreten und diese Ordnungen überall in Beziehung darauf betrachtet werden müssen, dass sie eine reale, fakultative, ideale Individualität repräsentiren können. Diese Ordnungen sind vertreten durch die Zelle; die Organe; die Theilstücke, nämlich die Gegenstücke symmetrischer oder strahliger, eudipleurer oder radiärer Körper oder Antimeren und die Folgestücke oder Metameren der Achse nach gegliederter Körper; die Personen; die Thierstöcke oder Kormen, von κορμός.*)

*) Dieser Ausdruck Häckel's ist sprachlich nicht gut gewählt, da κορμός nicht den lebendigen Stamm, sondern, in der Ableitung von κείρω abschneiden, nur das

Für jeden Theil wird dabei weiter die morphische oder anatomische Individualität, der räumliche Zusammenhang mit bestimmter Gestalt im gegebenen Moment und die physiologische Individualität, die Fähigkeit, eine bestimmte Zeit eine eigne Existenz mit gewissen Leistungen zu führen, in Betracht kommen. Es kann geschehn, dass die Organismen über die niederste Individualitätsordnung nicht herauskommen, oder dass sie eine Reihe verschiedener Individualitätsordnungen durchlaufen. Die Dottertheilung und Ausbildung eines Zelllagers, die Anlegung weitrer Antimeren in der Entwicklung eines Seesterns an die erst allein gebildete, welche, ohne Gegensatz zu andern, für sich den Begriff der Antimere in dem spätern Sinne noch nicht gab, obwohl sie in sich eudipleur ist, die Vermehrung der metamerisch geordneten Abschnitte an jeder dieser Antimeren oder die Bildung von Metameren an einer Annelidenlarve, die Entwicklung von Stöcken durch Knospung aus einem erst einfachen Polypen sind Beispiele für Letzteres.

Es wird nützlich sein, die Verschiebung des Individualitätsbegriffes durch die Relativität in einer Reihe von Beispielen durch's Thierreich zu verfolgen.

Es giebt volle Thierindividualitäten, welche die Bedingung der Abgränzung, der Unzerlegbarkeit, des Genügens in sich in strenger Einheitlichkeit und Vollendung erfüllen. Diese vollsten Individualitäten sind aber weder als das Gewöhnliche noch als das für die Leistungen Höchststehende anzusehen, da dahin weder der Mensch, noch weitaus die Majorität der Wirbelthiere, noch die die grösste Zahl der Thiere enthaltenden und auch hochstehenden Insekten gehören. Wir können, für das Uebrige die Ausfüllung des Begriffs vorbehaltend, dahin nur Zwitterthiere rechnen, wie sie am meisten unter den Weichthieren, Schnecken und Muscheln, vertreten sind. Diese, indem sie Alles von Organisation ausbilden, was der Art zukommt, stellen aus sich allein neben der eignen Erhaltung, auch die Fortpflanzung, die Erhaltung der Art sicher, enthalten also, was von einem vollen Organismus beansprucht wurde.

Das allein gestattet eine vollkommne organische Identität, morphologisch und physiologisch, für die neben einander lebenden erwachsenen Individuen derselben Art, es giebt die einfache, isomorphe Repräsentation. In den hierher gehörigen Fällen sind die Thiere vom Augenblick an, wo sie als befruchtete Eier geboren wurden, selbstständig, auf sich allein angewiesen, vereinzelt, sich genügend und gestatten keine Zerlegung in lebensfähige Theile und eine Ablösung solcher nur wieder in Eiern.

gehauene Holz, und in diesem Sinne Blöcke, Stämme, Scheite, vielmehr ein klein Gemachtes, Zerstückeltes als ein Zusammengesetztes, dessen Theile einer Betrachtung für sich werth sind, bezeichnet.

Das Genügen in sich macht den Verkehr mit Individuen derselben Art, welcher in andern Fällen neben der Ernährung, und wegen der Periodizität in hervorragender Weise für die geschlechtlichen Beziehungen, die Lokomotion und das sie Leitende in Anspruch nimmt, hier entbehrlich oder giebt ihn doch wenigstens, dem gegenüber, dass in der Regel auch Zwitterthiere für die Fortpflanzung der Vermischung bedürfen, viel bequemer, indem jedes gefundene Individuum unter den sonst nöthigen Bedingungen zum Partner passt und es nicht erforderlich ist, das andre Geschlecht auszuwählen, auch die beidseitige Begattung doppeltes Ergebniss liefert. So nimmt gewöhnlich, statt dass diese Vollindividuen besonders hoch organisirt wären, ihre Organisation eine geringere Stufe ein und sie stehn in der Reihe der Thiere eher niedrig.

Da sich unsre Begriffe zuerst praktisch an dem Nähern ausgebildet haben und von ihm regiert werden, so vertragen wir uns am besten mit derjenigen Modifikation des Begriffs der Individualität, welche sich beim Menschen und den höhern Thieren, aber auch bei den meisten niedern findet, mit der Zwiegestalt, dem Dimorphismus der Geschlechter. Man nimmt diesen als selbstredend in den Kauf, so weitgehend auch manchmal dieser Dimorphismus sein mag, so bestimmt damit das Prinzip gebrochen, so sehr damit die Einfachheit des Artbegriffs gestört wird.

Man kann die Einrichtungen für das Geschlechtsleben, in dessen Scheidung als Verrichtungen männlicher und weiblicher Geschlechsthätigkeit, und über deren direktes Eintreten hinaus, wie zeitlich vor diesem, in Einrichtungen für Brutpflege oder für Aufsuchen, Festhalten, Gewinnen der Neigung des andern Geschlechts, Bekämpfung der Nebenbuhler u. s. w. von dem übrigen Leibe abgetrennt begrifflich machen und sich so ein gleichmässiges Ueberbleibendes als Grundlage des Artbegriffs für beide Geschlechter konstruiren, welchem die einen oder andern Geschlechtseinrichtungen sich gesellen. Auch ist es gewöhnlich möglich, die beiderlei Geschlechtseinrichtungen aus der Entwicklung eines gleichen ursprünglichen Organs herzuleiten oder so zu erklären, dass von zweierlei ursprünglich überall vertretenen Organen einmal das Eine zu weiblichen Apparaten sich entwickle, das andre Mal das Andre zu männlichen, je das Entgegengesetzte aber an Ausbildung zurückbleibe. Die Entwicklungsgeschichte wird hierbei in ausgezeichneter Weise ergänzt durch abnorme Hinneigung geschlechtlich dimorpher Thiere zu einem unvollkommnen Zwitterthum.*) Oder die Organe

*) Für Hermaphroditismus in sehr verschiednem Grade der Erhaltung von Theilen zur weiblichen Geschlechtsorganisation mit umgekehrt proportionaler Verkümmrung des männlichen Geschlechtsapparates bietet die gemeine Ziege zahlreiche Beispiele. Die männlich und weiblich unfruchtbaren Thiere bezeichnen bis zu einem gewissen Grade die Erhaltung jener beiden Geschlechtern gemeinsamen Grundlage aus der embryonalen Anlage während des Erwachsens des übrigen Körpers ohne

sind sogar wesentlich gleich, der Unterschied liegt nur in den Produkten und es kommen vielleicht gar beiderlei Produkte nach einander aus demselben Organe, wie im weitern Sinne bei den Zwitterschnecken, im engsten Sinne des Worts bei Elysia unter den Nacktschnecken und nach Claus auch bei Nematoden, namentlich bei Pelodera.

Wenn wir meist ein gewisses bedeutendes Identisches nach Wegnahme der Geschlechtsdifferenzen durch Abstraktion gewinnen können, so stehn dem Fälle entgegen, in welchen die spezifische Geschlechtsentwicklung ihrerseits so ausgezeichnet ist, dass sie die übrige Gestaltung versteckt, sehr wesentliche Merkmale wegnimmt, das Thier mehr oder weniger für seine übrigen Eigenschaften und Leistungen in der Geschlechtsorganisation untergehn macht und dass für eine gemeinschaftliche Beschreibung der Geschlechter kaum etwas erübrigt. Als Ausgangspunkt und Bestimmendes für die Verschiedenheit kann man auch dann noch die Organe zur Bereitung der beiderlei Geschlechtsstoffe annehmen, und diese hören nicht auf, vergleichbar zu sein, aber die baulichen Verschiedenheiten sind viel auffälliger in den Einrichtungen zur Ueberführung der Geschlechtsprodukte an die dienliche Stelle, den Mitteln, das andre Geschlecht zu erreichen, zu bewältigen, anzuregen und, in Rückwirkung von den Geschlechtsfunktionen auf die Ernährungsbedürfnisse, in noch viel weiterm Kreise, damit endlich in fast Allem, welches eine spezifische Unterscheidung ermöglicht. So können bei Insekten die Fühler, die Augen, die verschiedenen am Munde liegenden Theile, die Vorderbeine und Hinterbeine, die Flügeldecken und Flügel, die Gestalten der Leibesringe an Kopf, Brust, Hinterleib, die besondern Anhänge des Hinterleibs, die musikalischen Instrumente, kurz, ziemlich alle Theile des Körpers nach Gestalt und Grösse geschlechtlich differenzirt werden. Es ist leicht, dazu sehr auffällige Beispiele zu geben. Darwin hat eine reiche Zusammenstellung von Geschlechtsdifferenzen aller Art und aus allen Gruppen in der dritten Abtheilung seines Buches „Descent of man and selection in relation to sex", gemacht.

Für den Menschen ist der Dimorphismus der Geschlechter an sich zwar nicht besonders auffällig, aber wegen der besondern Feinheit der Ausbildung aller Lebenseinrichtungen weit über den zunächst resultirenden Zwang der Verbindung der Geschlechter hinaus bestimmend gewesen. Arbeitstheilung, welche über die nächstliegende Geschlechtsverrichtung hinaus-

die bevorzugte Entwicklung einer Geschlechtseinrichtung mit der dieser sonst eigenthümlichen Gestaltung. Bei Fischen und bei Insekten ist ein Hermaphroditismus in der Art, dass eine Seite einen Hoden, die andere einen Eierstock entwickelt, nicht sehr selten. Trifft solches Schmetterlinge, bei welchen die äussern Geschlechtsmerkmale in Fühlerbildung und Flügelbildung auffällig sind, so geben die Differenzen der beiden Seiten, der innern Geschlechtsasymmetrie entsprechend, den Stücken ein besondres Ansehn und machen sie bei den Sammlern sehr gesucht.

ging, aber sich an sie anlehnte, machte die Familie zusammenhalten, auf welcher Grundlage dann Gesellschaft und Staat sich aufzubauen vermochten.

Neben dem Dimorphismus der Geschlechter haben jedoch grade bei Herstellung der gegliederten Verhältnisse menschlichen Lebens noch weitere Motive mitgewirkt, welche auch an den andern Stellen für die Betrachtungen über Individualität und Arbeitstheilung bedeutsam sind. Zuerst die Beziehung zwischen Eltern und Nachkommenschaft. Diese entspringt aus reiner und direkter Naturnothwendigkeit, aber sie breitet sich bei den Menschen über dieses Nächste, Nothwendige hinaus aus. In Tausenden von Arten im Thierreich werden die geborenen Eier und Jungen sich selbst überlassen. Sie haben eine gewisse Menge von Substanz als Aussteuer empfangen und müssen damit Haus halten, bis sie früher oder später der Aussenwelt neues Material zu Ersatz und Zuwachs abgewinnen. Manchmal entbehren sie dabei aller schützenden Vorrichtungen. Das Schwierige der Lage, die grosse Gefahr nicht durchzukommen, wird bei ihnen ausgeglichen durch die grossen Zahlen. Wenn Fische und Weichthiere Tausende und Millionen von Eiern in die Welt setzen, so wird wenigstens eine fortgesetzte Wartung schon durch die Grösse der Zahl eine Unmöglichkeit, aber trotz der mannigfaltigsten Gefahren ist Aussicht, dass der zur Regeneration der Zahl nöthige kleine Prozentsatz durchkomme. Die Schwankungen in Zahl der Individuen werden in solchen Fällen am grössten sein.

Die Brutpflege, indem sie die Uebernahme eines Theils der einem Organismus nöthigen, aber von ihm aus eigner Kraft noch nicht zu leistenden Arbeit durch einen andern mit sich bringt, verwischt die physiologische Sonderung der Individuen; sie bedingt eine Gemeinschaft der Existenz. Sie kann ausser von Mutter und Vater einzeln oder zusammen, von Geschwistern und andern Verwandten und in Adoption geübt werden, aber in den meisten Fällen verbinden sich die besondern Einrichtungen für sie mit den Geschlechtsdifferenzen. Einige Thiere bereiten vorsorglich der Brut, zu der sie weiter nicht zurückkehren werden, ein schützendes Dach, ein Nest, ein Gespinnst; bringen sie an einen Ort, wo sie solchen Schutz von selbst hat oder wo sie im Reichthum der Nahrung schwimmt, wie die Schlupfwespe, welche ihr Ei in den Leib einer Raupe einsenkt; oder legen ihr Portionen Nahrung zu, wie die Grabwespe, welche ihrem Ei als Futter für die ausschlüpfende Made ein lahm gestochnes grösseres Insekt oder einen Haufen Blattläuse beigiebt. Solche sorgen vor für das Kindlein, welches sie nie sehn sollen, welches erst leben wird, wenn sie zerfallen und im Winde verweht sind und sie haben Einrichtungen, die nur für diese vorsorgliche Mutterliebe Verwendung finden. Noch mannigfaltiger wird die Brutpflege, welche sich der geborenen Jungen annimmt. Die Fürsorge verlängert sich, geht über die Nothwendigkeit hinaus, ergänzt sich mit dem Beispiele, vollendet sich in der Erziehung, zu welcher sie allein die Möglichkeit bietet.

Am kräftigsten tritt solche ein, wo 'die gelieferte Brut sehr geringe Zahlen hat, aber auch in einigen andern Fällen, wo sie dann eine ungeheuer grosse Individuenzahl zeitweise aufzubringen vermag. Jenes z. B. bei Säugern und Vögeln, dieses bei einigen Insekten in Verbindung mit nachher zu schildernden weitern Einzelnheiten.

Die Hülflosigkeit wiederholt sich in geringerem Grade und beschränkterem Umfang im Alter. Dem Menschen allein scheint es vorbehalten, den Dekrepiden, körperlich nicht mehr voll Leistungsfähigen, einen Antheil von der Errungenschaft der Vollkräftigen zuzuwenden. Wie Kranke, so werden Altersschwache bei den Thieren ausgestossen, vertilgt. Aber grade die Erhaltung der Gemeinschaft mit ihnen und die dafür gebrachten Opfer sind eins der tiefsten Motive in der Kultur. Wie wir aus der Gegenwart opfern um der Zukunft Willen, wenn wir Kinder aufziehn, so setzen wir in der Pflege der Alten den Vortheil, den wir aus der in ihnen wohnenden Summe der Erfahrung haben, höher als das Opfer, welches wir für ihre körperliche Erhaltung bringen. Das Spezielle wird dann zum Generellen; der im Einzelnen erkannte Vortheil schafft das Gesetz der Sitte, die Pietät, welche nicht mehr abwägt, nur noch fühlt. Wo ein Volksstamm aus Mangel an Verständniss oder in der durch schwere Noth abgedrungenen Ueberzeugung, einen Ueberfluss verwendbar nicht zu haben, sich jenen Pflichten entzieht, vermag er, wie die Australneger, die rohen Anfänge der Kultur im Leben der Familie und Gemeinde nicht zu überschreiten. Wo ein andrer in Hyperzivilisation, die vergessenen Instinkte nicht durch feste Satzung ersetzend, sich den aus der Differenz der Geschlechter und Alter erwachsenden moralischen Einrichtungen entziehen, nicht mehr die Nothwendigkeit der Ergänzung der Individualität in den Mitlebenden, den Vorausgehenden und Nachfolgenden anerkennen will, versinkt er, denn ihm schwinden die Vortheile der Differenzirung, ihm bleibt nur deren Schattenseite. Es ist die Vernichtung des Menschengeschlechts, wenn jeder nur für sich und für das Heute sorgen will.

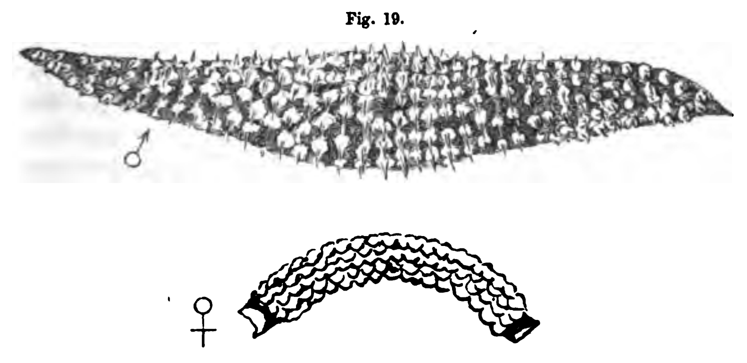
Es ist wohl an Hand der auf Grund der genannten körperlichen Verhältnisse beruhenden unabweisbaren Existenzdifferenzen geschehn, dass auch in weitern Einrichtungen, welche die individuelle Bestimmung viel freier lassen, keinen dringenden Zwang ausüben, eine Arbeitstheilung im Interesse der Gemeinschaft mehrerer neben einander Lebender im Menschengeschlechte eingerichtet wurde. Einige Bedeutung hat allerdings die Verschiedenheit der Eigenschaften. Wie dem erwachsenen Mann, so dann dem Stärkern wies seine Kraft den Kampf mit dem Draussen zu; wie dem Weibe, dem Kinde, so dann dem Schwächern, der feinern Hand wurde die Pflege des Hauses. Einen machte der rasche Fuss zum Boten, das sichere Auge zum Jäger; wer die Schafe zu hüten gut war, vermochte darum noch nicht das Ross und den Stier zu zwingen. Und weiter gliederte der Wohnsitz,

der wilderfüllte Wald, das Schwemmland mit Erntesegen, die Steppe, auf welcher die Wanderheerde sich nährte. Die fischreiche Küste und der Seeweg schufen, wie Volkscharaktere, so Stände. Wo einmal eine solche Gliederung sich gebildet hatte, erhielt sie sich durch die Erkenntniss der ausserordentlichen Vortheile, welche der Verzicht auf einen Theil der Leistungsfähigkeit, um einen andern höher zu kultiviren, welche die Selbstbescheidung gegenüber der Vollbedeutung mit sich brachte. So wurde die Gemeinde und der Staat, ja für Vieles eine internationale Verbindung; das Individuum, die Einzelnen und die untergeordneten Kategorieen wurden, statt abgegränzter Theile, Organe gemeinsamen Lebens. Das geht nicht, ohne dass an Stelle des den neben einander stehenden, gleichartigen Vollindividuen naturgemässen Gefühls der Konkurrenz, des Neides und Hasses aber auch der Vollleistungsfähigkeit das einer nicht mehr zu entbehrenden oder doch förderlichen Ergänzung im Zusammenwirken träte. Die Menschheit im Ganzen erlangte so eine Höhe, zu welcher die Vereinzelten niemals hätten emporklimmen können. Die Theilung der Geschäfte hat es namentlich möglich gemacht, dass die rohe Kraft nicht die Alleinherrschaft behaupten konnte; wie im Individuum musste sie in der Gemeinschaft unter die Zucht des Geistes treten. Die Arbeitstheilung bedingte den Verkehr, das Recht. Im Fortschritt der Kultur übertrug sie sich mehr und mehr auch auf die geistige Arbeit. Heute ist nur noch gross, wer willig in zahlreichen Gebieten Andern den Vorrang zugesteht.

Diese Gliederung, wesentlich über das naturnothwendige Verhältniss der Geschlechter und Alter und über den Zwang sonstiger individueller Verschiedenheit hinausgehend, nicht grade unerlässlich für des Lebens äusserste Nothdurft, vielmehr geworden in und zur Bereicherung des menschlichen Lebens, veränderlich und wieder wegzunehmen, im Einzelnen oft gar nicht durch das Nächste bedingt, ist für den Grad und das Besondre abhängig von den Kulturständen der einzelnen Stämme, zuweilen, weil Produkt früherer Verhältnisse, den jetzigen nicht entsprechend. Sie erscheint uns grausam, wo sie zu rechtlicher Ungleichheit, zu Privilegien, zur körperlichen und sittlichen Verkümmerung, zur Sklaverei, lächerlich, wo sie, wie im Kastenwesen Indiens, zum eisernen Zwange wird. Wo der Diener, der Speisen bereitet, sich verunehrt hält, wenn er ein Kleid reinigen soll, und solche Vertheilung der Arbeit und Güter des Lebens durch Generationen von den Fähigkeiten und Wünschen unabhängig verübt wird, ist die geeignete Ausnutzung des Individuums gelähmt und die Gesellschaft verarmt und wird des Fortschritts unfähig. Wir sind hierauf genauer eingetreten, um der Ordnung der Thiergemeinden, Thierstaaten halber.

Zunächst ergeben jedoch noch bei den sogenannten höhern Thieren, den Wirbelthieren, die Geschlechtsverhältnisse und die Brutpflege manche interessante Einzelheiten. Das Geweih des Hirsches, die Hörner vieler

Fig. 19.



Gebiss vom Rochen, Raja clavata Linné, aus Helgoland, natürliche Grösse.
♂ Vom Männchen. ♀ Vom Weibchen.

Antilopen, die Mähne des Löwen, die grössern Stosszähne des Elephanten, der Schweine und des Narwal, die Stimme des Hahnes und der Nachtigall, der Federschmuck des Pfau's und der Fasanen, die Farbenauszeichnungen sehr vieler Vögel, selten bei Säugern, so bei der Nylgnu-Antilope, Antilope picta, bei einigen Halbaffen, die verschiedene Gestalt der Panzer der Gürtelthiere und Schildkröten, die Hochzeitskleider und Ungleichheiten in Schuppen und Zähnen bei Fischen, die Kämme der Leguaneidechsen und Tritonen zeigen, an wie verschiedenen Stellen Geschlechtsauszeichnungen auftreten. So hat z. B. bei Raja clavata nur das geschlechtsreife Männchen die Zähne mit starken hakigen Spitzen, welche sich aus den pflasterförmigen Zahnplatten hervorheben; bei den andern Formen unsrer Meere R. radiata, batis, vomer ist der Unterschied der Geschlechter geringer.

Für die Brutpflege kommen in Betracht die Hingebung und Geschicklichkeit im gewöhnlichen Nestbau und Brüten der Vögel, das Unterbringen in wunderlichen Einrichtungen am Körper selbst, in den Taschen der Beutler, an dem Schwanze der männlichen Seenadeln, auf dem Rücken der Surinamkröte und des Beutelfrosches, im Munde und der Kiemenhöhle mittelamerikanischer Fische und selbst in den Leibern andrer Thiere, wie für die Brut des Bitterlings in den Kiemen der Teich- und Bachmuscheln. Es treten dabei schon deutlicher körperliche Bedingungen an die Stelle der freiern menschlichen Thätigkeit. Die Sorge für die Brut und das Zusammenleben mit ihr erlischt meist lange vor dem Auswachsen, von dem allerdings auch die Vollleistungsfähigkeit der Individuen, selbst die Fortpflanzung im Allgemeinen weniger abhängig ist. Von Sorge für Alte und Kranke, von Mitgefühl finden sich kaum Spuren. Um so wesentlicher erscheinen die daraus erwachsenen Beziehungen für den Menschen.

Der Dimorphismus der Geschlechter überschreitet bei den Arthropoden: Insekten, Spinnen, Krebsen, häufig weit das Maass, welches wir nach den Wirbelthieren zu bilden uns gewöhnt haben. Dass das geschehn kann,

dass die für die Geschlechsthätigkeit nutzbaren Eigenthümlichkeiten den Sieg davon tragen können über die für die übrigen Verrichtungen aufkommende, beiden Geschlechtern gemeinsame Grundgestalt, steht sehr gewöhnlich damit in Zusammenhang, dass die andern Körperleistungen wesentlich in vorausgegangnen Lebensphasen abgemacht wurden, mit den Häutungen und Wandlungen. Die Jugendzustände zeigen die äussern Geschlechts-Differenzen nicht oder bilden sie doch nur allmählich aus. Die Auszeichnungen erlangen ihre Vollendung meist ziemlich plötzlich für die letzte Lebensphase, welche der Erfüllung der Geschlechtsfunktionen lebt und z. B. manchmal gar keine Nahrung mehr aufnimmt. Damit in Uebereinstimmung ist es auch, dass das Männchen, welches auf der einen Seite am meisten ausschliesslich einer momentanen Geschlechtsfunktion lebt, auf der andern sich am weitesten durch die Besonderheiten seiner Gestaltung entfernt von dem zu Grunde liegenden, theils durch Jugendformen, theils durch die Uebereinstimmung mit Verwandten feststellbaren und im Weibchen öfter ziemlich unverändert beibehaltenen Bau, falls es sich nicht um Organe handelt, welche der Versorgung der Brut dienen und gewöhnlich dem Weibchen zukommen.

Wenngleich so der äussre Geschlechtsdimorphismus in diesen Gruppen nur durch die einer verschiedenen physiologischen Leistung dienende H e t e r o m o r p h i e d e r L e b e n s p h a s e n zu jener ausgezeichneten Höhe gelangt, so besteht die Differenz der Geschlechter doch gewöhnlich schon von der Entwicklung im Ei ab.

Es ist ersichtlich, dass das Individuum an Bedeutung für sich verliert, wenn in solcher Weise diejenigen Einrichtungen in ihm überwiegen, welche ihre Erfüllung nur in der Wechselwirkung mit einem andern und nur zur Herstellung neuer Generationen finden, wenn es nur noch als Männchen oder als Weibchen Werth hat.

Die letzte, minimalste Aeusserung des Geschlechtsdimorphismus ist die Produktion ungleicher Geschlechtsstoffe, Samenelemente beim Männchen, Eier beim Weibchen. Am grössten würde der Dimorphismus sein, wo Fortpflanzungselemente mit dem Individuum zusammenfallen, es ganz bilden, wenn nicht auf der andern Seite grade in diesem Falle die Verschiedenheiten, welche in der Regel zwei entgegen wirkende Arten von Fortpflanzungsprodukten zu unterscheiden erlauben, schwänden. Wie wir im Vorstehenden, von vollkommneren Thieren ausgehend, an welchen die Geschlechtseinrichtungen mehr etwas Nebensächliches bildeten, zu solchen herabstiegen, an welchen die Geschlechtsbesonderheiten den ganzen Körper in der letzten Lebensphase, der Geschlechtsphase, oder überall beherrschten, so kann man auch, von der Fortpflanzung als wesentlicherer Erscheinung des Lebens ausgehend, die übrigen Einrichtungen und Thätigkeiten als zu Individualitäten zutretend ansehen, welche zunächst die Fortpflanzung vertreten, zu

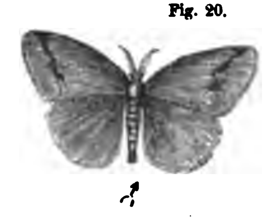
den sogenannten Geschlechtsprodukten. Die Handhaben dazu bietet die Botanik. Die oben berührte Verschmelzung gleichwerthiger Plastiden, der Konjugatenalgen, mit nachfolgender Produktion neuer Keime, kann als eine Modifikation der unfruchtbaren Verschmelzung von Myceliumfäden betrachtet werden. Aus der Verschmelzung gleichwerthiger leitet sich dann die Verschmelzung differenter, männlicher und weiblicher, Produkte ab. Dabei kommen die männlichen Produkte allmählich zu ihrer besondern Gestalt und Leistung. Die Samenzellen schwimmen aktiv bei Fucaceen, Vaucherien, Oedogonien und andern Algen, Characeen, Muscineen und Gefässkryptogamen, während die männliche Zelle zu den weiblichen Antheridienschläuchen der Saprolegnien und den Pollinodien der Ascomyzeten hinwächst und die wimperlosen Samenzellen der Florideen nach passiver Uebertragung durch das Wasser an den Befruchtungskörper sich anlehnen und wie in Konjugation übertreten, aus den Pollenkörnern der Phanerogamen aber der Pollenschlauch zum Fruchtknoten hintreibt. Für die Beweglichkeit von Samenelementen durch besondre Organe bietet sich die Grundlage in der gleichen Eigenschaft von Schwärmzellen, welche ohne Geschlechtsdifferenz sich konjugiren. Für geisseltragende Zellen aus Algen fehlt häufig die Gewissheit, ob sie sich paaren oder ohne Paarung Brut entwickeln, Schwärmzellen oder Brutzellen sind; jedenfalls ist die Ausbildung besonderer Einrichtungen für die Bewegung zur Zeit der Vermehrung und in deren Dienste, namentlich zur Zusammenführung vorher getrennter Individuen nicht ein nothwendig nur einer Kategorie von Fortpflanzungsprodukten Zukommendes. Allerdings ist Bewegung etwas Kostspieliges und der Gegensatz zwischen Bewegung und Massenerhaltung ein grundsätzlicher und weit tragender. Denjenigen Produkten, welche wesentlich andre durch ihre Bewegung aufzusuchen im Stande waren, gegenüber mussten diese andern mehr den Boden der neuen Entwicklung bieten. So entstand mit dem Unterschiede der grössern Beweglichkeit die weitre an männlichen und weiblichen Körpern. Die grössere Beweglichkeit, unter Umständen nur vorzüglichere Qualifikation zum Auswachsen, nicht weitre Veränderung im Orte bedingend, kann ebenso der kleinern Masse, als der, welche mehr den Umsatz erregenden Einwirkungen ausgesetzt ist, anhaften, als die Bewegung selbst wieder die Masse erschöpfen, verringern muss; beides arbeitete zum gleichen Effekte. Die rundlichen beweglichen Samenelemente der Oedogonien und Coleochäten gleichen dann noch ganz Schwärmsporen, bei den Characeen, Muscineen, Gefässkryptogamen kommen sie durch fadenförmiges Ansehn mit einer oder mehreren Geisseln den verschiedenen Formen thierischer Samenfäden immer näher, die Menge der Substanz mehr und mehr aufgebend zu Gunsten der raschen Wirkung in der Bewegung. Fadenlose Samenkörper, in Grösse den Eiern näher kommend, haben auch einige Thiere, so die Nematoden; dem Auswachsen der Pollenschläuche etwas vergleichbare Formveränderungen

sind an ihnen zu bemerken. So fehlt es nicht an Vermittelung von der Paarung der gleichgestalteten Konjugaten-Algen bis zur Einwirkung eines thierischen Samenfadens auf ein Ei, das heisst ein in verschiedenster Weise mit Dotter und Anderem umhülltes Keimbläschen. Die Bewegungen eines Samenfadens sind dann einmal das Mittel, das Ei und die Stelle im Ei zu erreichen; wie weit sie an der erreichten Stelle noch neben den weitern Qualitäten aus der Masse zur Geltung kommen, ist schwer zu entscheiden. Vielleicht bedarf die Eisubstanz nur jener mechanischen Erschütterung, vielleicht nur der Beimischung des Samenfadenkopfes, vielleicht Beider.

Wie die Differenzen der Geschlechtsprodukte grösser werden, steigen auch die der sie erzeugenden Apparate in Pflanzen, der Mutterzellen der Eikörper und Spermatozoiden, und so werden die weitern Verschiedenheiten der sie tragenden Organe oder der ganzen getrennten männlichen und weiblichen Pflanzen vorbereitet.

Auf solchem Boden kann man auch den Geschlechtsdimorphismus der Thiere aufbauen, in Vielem soweit von jenen ersten Grundlagen entfernt, dass es besondre Mühe kostet, die Beziehungen und die vermittelnden Glieder aufzufinden. Sehr gewöhnlich ist allerdings, wie dem männlichen Geschlechtsprodukt, so auch dem männlichen Thiere in Arbeitstheilung die stärkere Bewegung im Raume zugewiesen, besonders im Dienste der geschlechtlichen Beziehungen. Das Männchen sucht das Weibchen auf; es kommt vor, dass es allein geflügelt ist, wie bei nicht ganz wenigen Insekten z. B. den Sonderlingen, Oregyia und den Psychiden unter den Schmetterlingen. So hat es der lebhaftern Bewegung entsprechend, die leitenden Sinnesorgane, am gewöhnlichsten die des Geruches, die Antennen, stärker entwickelt, so ganz gewöhnlich bei Nachtschmetterlingen; wogegen das Weibchen eingerichtet ist, weniger für sich zu verbrauchen oder auch noch vollständiger in weitrer Ernährung zu arbeiten, während doch im Ganzen schon die Phase der Geschlechtsarbeit erreicht ist.

Fig. 20.




Der Sonderling, Oregyia antiqua Gmelin, aus Deutschland; natürliche Grösse.
♂ Der Mann mit vollkommnen Flügeln und stark doppelt gekämmten Fühlern. ♀ Das Weib mit verkümmerten Flügeln, fadenförmigen Fühlern und durch die Eier aufgetriebnem Leibe.

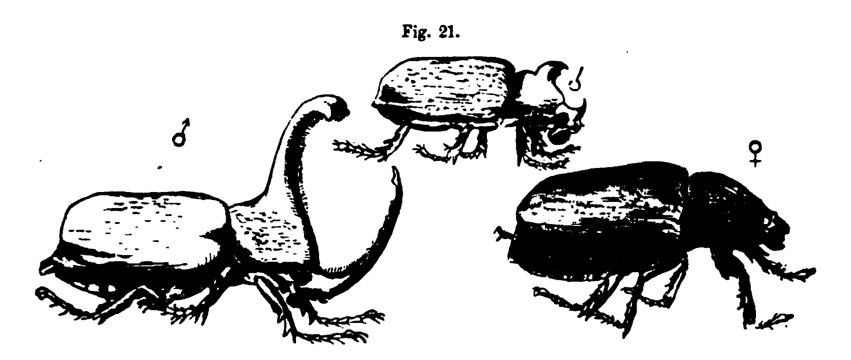
Neben und in einer gewissen Verbindung mit den Unterschieden zwischen Jung und Alt und Mann und Weib steht es, dass bei Wespen, Hummeln, Bienen zwei Organisationsmöglichkeiten für die Weibchen eintreten, oder zwei Grade der Vollendung, indem von den als Weibchen angelegten Individuen die meisten durch einen übereilten Abschluss der Entwicklung in dem weiblichen Geschlechtsapparate so zurückbleiben, dass sie der Eiablage kaum und nur ausnahmsweise, der Begattung zur Befruchtung für ihre

Eier aber gar nicht fähig werden, während sie in den übrigen Stücken voll erwachsen. Solche unvollkommene Weibchen, in grossen Mengen erzeugt, thun, etwa mit Ausnahme der Zeit, wo ein vollkommenes Weibchen noch allein zu wirthschaften hat, alle die Arbeit in der Gemeinschaft, welche nicht Geschlechtsarbeit ist. Es entsteht das, wie es scheint, daraus, dass die hohe Fruchtbarkeit der Mutter bei der Hülflosigkeit der Brut ein ungünstiges Verhältniss der Brutpflege giebt, und letztere zu früh abgebrochen wird. So entsteht bei Wespen im Frühling unter der alleinigen Pflege einer Mutterwespe unvollkommne weibliche Brut, ein Volk von Arbeiterinnen; wenn diese aber bei der Pflege der weitern Brut, ihrer jüngern Geschwister, helfen, wachsen letztere zu vollen Weibchen aus: eine Institution, vergleichbar dem westphälischen Bauernrecht, nach dem der jüngste Sohn den Hof erbt. Bei den Bienen liegt es in der Gewalt des Stocks und des dessen Trieb ausnutzenden Menschen aus einem Ei statt einer Arbeiterin durch bessere Fütterung und geräumigere Zelle ein perfektes Weibchen, eine Königin, zu erziehen, falls zeitig entdeckt wird, dass eine solche nicht mehr vorhanden ist.

Statt des Dimorphismus haben wir hier eine Vielgestalt, einen **Polymorphismus**. Es reichen nicht mehr zwei Individuen hin, um die Eigenschaften der Art im erwachsenen Zustande zu repräsentiren, wir brauchen deren drei. Aus einer Mischung ungleicher Zahlen dieser besteht die Bienenfamilie, die man sehr passend einen Bienenstaat genannt hat, in naturnothwendiger Verbindung jener dreierlei Wesen zu gegenseitiger Ergänzung; nur, wie es scheint, mit einiger Willkür für die Zahl der Arbeiterinnen und noch mehr der Männchen. Auch hierin trügt vielleicht der Schein und es dürfte die Willkür für die Zahl der Arbeiterinnen nicht so gross sein, denn, wenn letztere nicht proportional ist der Fruchtbarkeit der Königin, oder wenn die Fruchtbarkeit der Königin, aus der ja auch jene Arbeiterinnen hervorgingen, eine unregelmässige ist, so kann der ganze Stock durch mangelhafte Pflege in Brutfäule, Faulbrut, verfallen und verderben.

Es giebt Fälle, in welchen man die Geschlechtsauszeichnungen, besonders der Männchen und vorzüglich die, deren Beziehungen zu den Geschlechtsverrichtungen weniger direkt sind, so ungleich entwickelt findet, dass man von geschlechtlich unentwickelten Formen oder von Weibchen durch sehr wenig abweichende Männchen eine Reihe bis zu den auffälligsten Mannesmerkmalen bilden kann, oder dass man umgekehrt die Weibchen variabel und den Männchen ähnliche Weibchen als Vermittler der Differenz findet. Das auffälligste Beispiel für den ersteren Fall zeigen wohl die Käfergattungen, bei welchen die Männchen übergrosse Oberkiefer oder Hörner auf dem Kopfschilde oder Rückenschilde besitzen, welche in einigen Stücken auf ein Minimum herabsinken, so dass letztere mehr den Weibchen gleichen: so die Lucanus oder Hirschkäfer und mehr die Augosoma,

Fig. 21.



Golofa hastata Dejean. Mexiko. Natürliche Grösse.
♂ Ein grosses mit Hörnern ausgezeichnet geschmücktes Männchen. ♂ Ein Zwergmännchen, die Hörner weit mehr reduzirt als der übrige Körper. ♀ Ein grosses Weibchen mit geringer Spur einer Erhebung auf dem Kopfschild und ohne eine solche auf dem Rückenschild, pechschwarz während beide Männchen braun sind.

Strategus, Hylotrupes, Enema, Corynoscelis, Golofa, Dynastes und andre, vorzüglich amerikanische, Dynastidenkäfer. Der ungleiche Ernährungsstand mag hier die über das der Art zunächst Zukommende hinaus gehenden Geschlechtsleistungen am meisten berührt haben, die Geschlechtsauszeichnung dasjenige sein, was am meisten bei mangelhafter Ernährung zurückbleibt. Indem damit die Sache auf das Kapitel der Variabilität hinüberspielt, erkennt man die Ableitung der besondern Geschlechtsdifferenz aus der allgemeinen Variabilität. Unter den Wirbelthieren zeichnen sich die Männchen der Kampfhähne, Philomachus pugnax, durch eine sehr grosse Variabilität aus, welche verschiedne Grade in Erreichung eines stark abweichenden gesättigten, bunten Hochzeitskleides darzustellen scheint.

Die Variabilität kann auch ohne Beziehung zum Geschlechte die isomorphe Repräsentation sehr stören und steht in diesem Falle zuweilen in deutlicher Beziehung zu den Umständen, welche das Individuum während jener Lebensphasen trafen, welche der letzten dimorph oder polymorph erscheinenden Stufe vorausgingen. In andern Fällen sind die Motive noch nicht erkannt.

Die Raupen von Acherontia Atropos, Sphinx elpenor und andere treten in zwei Färbungen auf. Zur Frühjahrsgeneration aus überwinterten Puppen von Arashnia levana giebt es aus Sommerraupen die als Arashnia prorsa, und aus Spätlingen die als Arashnia porima beschriebenen sehr verschieden gefärbten oder gezeichneten Schmetterlinge. Nach den Untersuchungen von Meldola giebt es drei Formen von Papilio (Iphiclides) Ajax, nämlich P. Walshii, P. Telamonides, P. Marcellus, deren Grösse in dieser Reihe steigt, mit ihrer Grösse proportional dem Quotienten ihrer Larvenzeit durch die Puppendauer. Die Deutung, in solcher Fassung auch von Andern nicht anerkannt, scheint mir nach den Zahlen eher so gemacht werden zu

sollen, dass eine rasche Raupenentwicklung bei gutem Futter, warmem Wetter u. s. w. einen etwas kürzern Puppenstand und einen grössern Schmetterling mit sich bringt, was aber durch die den Puppenstand selbst treffenden Umstände komplizirt werden mag. Scudder sagt, dass P. Walshii und Telamonides aus Winterpuppen kommen und P. Marcellus zweite Brut sei. Auf hiermit in Verbindung Stehendes, namentlich die Verschiedenheiten, welche die Weibchen des Papilio Memnon und ähnlicher Arten nicht nur vom Manne, sondern auch in einem Pleomorphismus des weiblichen Geschlechts unter einander haben, wie de Haen und Pagen zuerst bewiesen, so dass die als P. Laomedon Cramer, Agenor Linné, Achates Fabricius beschriebenen und ähnliche Formen dahin gehören, werden wir bei Wallace unter dem Darwinismus zurückkommen. Nach Walsh haben auch die Weibchen des Papilio Turnus zweierlei Färbungen, welche als ganz verschiedene Arten angesehen wurden.*) Bedeutend sind die Verschiedenheiten von Lycaon amyntas und polysperchon als Generation im Sommer nnd nach Ueberwinterung, geringer die von Weisslingen Anthocharis Belia mit Ausonia und Pieris Napi für gleiche Verhältnisse und nach Weismann's soeben erscheinenden Studien über die Descendenztheorie mit potenzirten Winterformen A. Simplonica und P. Bryoniae. Wie die Motive dieser Verschiedenheiten nicht genug bekannt sind,**) so auch die physiologischen Konsequenzen. Jedenfalls trifft Alles das den Begriff der isomorphen Repräsentation der Art sehr tief und kann als die beste Gelegenheit zur Untersuchung darüber, wie Veränderungen im Thierreich entstehen und welche Bedeutung sie haben, betrachtet werden, weil die Differenzen hier nicht klein, schwankend, unbestimmter Natur, sondern sehr deutlich und von bestimmtem Wesen sind. Bei parasitischen Nematoden erhebt sich der Dimorphismus in einer sehr merkwürdigen Weise zu einer Dimorphobiose, indem, wie es zuerst Leuckart und Mecznikoff für Ascaris nigvovenosa des Frosches nachgewiesen haben, wie es aber auch für viele andre gilt und zu gelten scheint, solche Rundwürmer die Möglichkeit haben, als Rhabditisformen im freien wie im parasitischen Zustande nicht nur zu leben, sondern auch sich fortzupflanzen, dabei aber in Grösse, Gestalt, Einrichtung der Verdauungsorgane, der Geschlechtsorgane und Thätigkeiten sich ungleich verhalten. Das Ganze, wobei im Einzelnen allerdings Täuschungen unterlaufen können, wirft ein bedeutendes Licht auf Wirkung äussrer Umstände und Anpassung an dieselben in Bau und Leben der Thiere. Dass z. B., wie Ercolani es von Ascaris inflexa und Heterakis vesicularis des Huhns berichtet, diese in freiem Leben ovovivipar werden, ist an sich etwas Geringes, da die Zeit der Ausscheidung

*) Nach privater Mittheilung von Professor Sandberger soll auch zu dem braunen Schildkäfer Cassida murraea L. eine der grünen Formen als heteromorphe Generation gehören.

**) Die Schlüsse Weismann's hierzu werden unten Aufnahme finden.

und damit der Reife der Frucht auch unter andern Umständen wechselt; aber doch ist es ein Zeichen für die Verbindung der Wechselgenerationen mit verschiedner Weise der Vermehrung. Auch die Ausbildung eines stark muskulösen Pharynx erinnert an das, was die Wechselgenerationen der Sylliden unterscheidet. Die Möglichkeit unter verschiedenen Umständen, in verschiedener Entwicklungshöhe zur Fortpflanzung zu kommen, also die Setzung des kritischen Punktes zwischen individuellem Wachsthum und Vermehrung an ungleiche Stellen, hat sich aus dem unbestimmten in geregelten Generationswechsel geordnet.

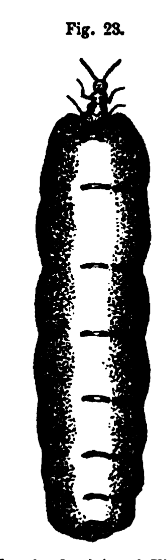
Vielleicht könnte auf verschiedene Leistungen bei den Arbeiterinnen der Bienen eine weitere Eintheilung derselben begründet werden und so hinüberführen zu einem stärkern Polymorphismus zwischen den verschwisterten Individuen des Staates, wie er sich bei den Ameisen zuweilen findet. Der Ameisenstaat beruht zunächst gleich dem der Bienen und Wespen auf einer aus der Vergesellschaftung des Dimorphismus der Geschlechter und des innerhalb des weiblichen Geschlechts entstehenden Trimorphie. Zuweilen findet sich statt dieser eine Tetramorphie, indem ein Theil der Arbeiterinnen besonders starke Kiefer besitzt und statt der gewöhnlichen täglichen Arbeit die Vertheidigung gegen Angriffe übernehmen soll. Solches, Soldaten neben gemeinen Arbeiterinnen, hat nach gewöhnlicher Meinung von mitteleuropäischen Formen nur Myrmica pallidula, während Polyergus rufescens allein nicht arbeitende unvollkommne Weibchen hat, die jedoch Arbeiterinnen von Formica fusca und Formica cunicularia rauben und in ihrem Staate statt eingeborener Arbeiterinnen als Sklaven benutzen. Aber jener Unterschied ist nach Lespés kein absoluter, die Arbeiterinnen von Myrmica pallidula kämpfen auch und die raubenden Arbeiterinnen von Polyergus rufescens, welche nicht einmal fressen können, weichen von den gewöhnlichen Arbeiterinnen auch ab. Wenn für gewöhnlich nur eine Sorte Arbeiterinnen vorhanden scheint und diese wesentlich gleichartig sind, aus den verschiedenen Kolonieen nur verschieden gross, von den vollen Weibchen überall dadurch unterschieden, dass sie keine Scheidenanhänge haben und nie Flügel bekommen, so nehmen sie doch innerlich durch die sehr ungleiche Entwicklung der Eierstöcke sehr verschiedene Stufen der Abweichung von vollgiltigen Weibchen ein. Soweit sie darin verschieden erscheinen, sind sie nur zum Theil scharf verschieden, zum Theil durch das Material aus andern Kolonieen vermittelt. Bei auswärtigen Ameisen, so der amerikanisch-tropischen Visitenameise, Cephalotes, kommen sehr abweichende Soldaten vor. Noch sonderbarer ist es, dass bei Myrmecocystus mexicanus ein Theil der Individuen, vorher mit Honignahrung überfüllt, zur Flaschengestalt entartet und unbeweglich, wie einen Marktartikel für die Mexikaner, so auch für die Kameraden einen Nahrungsvorrath für knappe Zeit darstellt.

In allen bisher genannten Thierstaaten erscheinen die unausgewachsenen Glieder passiv, nur empfangend. Die Larven werden gefüttert, die ruhenden Püppchen von den Ameisen in sorgfältiger Pflege hin- und hergetragen. Man beachtet es weniger als bei der Verschiedenheit erwachsener, oder, obwohl unfertig, an der Gränze ihres Wachsthums angekommener Individuen; dass auch sie eine Heteromorphie repräsentiren, die Heteromorphie der Entwicklung oder die Polymorphie in der Entwicklung. Diese bringt überall eine Ungleichheit der physiologischen Leistungsfähigkeit mit sich, welche immer das Leben des Individuums gliedert, zuweilen aber auch in das Zusammenleben einer Gesellschaft gliedernd eingreift und für die im Artbegriff zusammengefasste Vielheit bedeutungsvoll ist. Für ein Insekt der Ordnung der Lepidopteren gliedert sich das z. B. sehr deutlich, wenn eine Raupe unermüdlich Nahrung aufnimmt, die Puppe, unbeweglich schlafend, ihre Organe und Gewebe umbaut, der Schmetterling, wieder beweglich, doch vielleicht gar nichts geniesst, sondern nur in raschem Liebestaumel die eben fertig gestellten Geschlechtsprodukte los zu werden sucht. Solche Polymorphie der Lebensphasen machen auch jene Hymenopteren durch, aber die frühern Phasen stehen passiv auf einer Seite; sie treten nicht in die Reihe der polymorphen, für das Ganze thätigen Individuen, sie leisten dem Staate gegenüber im Augenblicke nichts, für ihr eignes Werden bedürfen sie vielmehr der Hülfe. Ihre Arbeit für den Staat liegt erst in der Zukunft, wenn die für sie selbst soweit abgeschlossen ist, dass sie über sich hinaus leistungsfähig werden. Dennoch ist die für sie nöthige Arbeit ein Bindemittel des Staats, ein Element der Gesellschaft. Von dem Augenblicke an, dass Jugend- oder Larvenzustände sich über das blosse Empfangen erheben, treten sie äusserlich im Thierstaate als Glieder der Vielgestalt auf und kompliziren dieselbe weiter. Das geschieht bei den Termiten, deren Larven und Puppen beweglich sich den erwachsenen Arbeitern und Geschlechtsthieren untermischen. Man kann in dem Staate dieser Insekten bis 21 Formen von Individuen finden: Larven, bewegliche Puppen oder Nymphen, erwachsene Thiere und solche, welche die letzte Entwicklung noch verschieben, das Alles für Männchen und Weibchen, macht acht; dann gemeine Arbeiter und Soldaten, Beides für Männchen und Weibchen; dazu die zu diesen vier Arbeiterarten gehörigen Larven und Nymphen, macht dazu zwölf; endlich die solitäre Königin, das trächtige Weib, mit abgelegten Flügeln, 30000 Mal so voluminös als ein Arbeiter, die Vergrösserung ähnlich wie bei den Honig führenden Individuen von Myrmecocystus vorzüglich am Leibe unter Ausdehnung der zwischen den harten Schildern liegenden eingefallenen, intersegmentalen Membranen geschehend.

Fig. 22.

Myrmecocystus mexicanus Wesmael, Honigameise aus Mexiko; natürliche Grösse; mit Honig gefülltes Individuum.

Fig. 23.



Termitenkönigin, mit Eiern gefüllt, natürliche Grösse.

Das ganze so gebildete Staatswesen ist in gewissem Sinne ein Individuum, durch den Zwang der natürlichen Eigenschaften zusammengehalten; ihm gegenüber stehen die Einzelnen, die ihren Beruf nicht wählen und nicht verfehlen können, wie Organe; ihre Leistungen gehen verloren, wenn man sie aus dem Zusammenhang nimmt; sie vermögen sich dauernd selbst nicht zu erhalten. Die Eigenschaften der Art sind hier durch die Gemeinschaft vertreten, aber die Selbstständigkeit z. B. darin, dass jegliches Glied seine Speise aufnehmen, sein Blut bereiten, athmen muss, leiblich von den andern getrennt ist. erscheint uns noch überwiegend. Wir zögern nicht, die Einzelnen im Wesentlichen den höhern Individuen gleich zu stellen, das Ganze nur als etwas Sekundäres zu betrachten, es mit jenen Vereinigungen in eine Klasse zu stellen, welche zwar bequem und nützlich, aber nicht naturnothwendig waren. Die Sonderung der Betrachtung des Ganzen und des Einzelnen hat noch keine Schwierigkeit, die Konkurrenz um die Individualität wird noch nicht auffällig.

Wenn dagegen durch körperlichen Zusammenhang unvollkommen abgegränzter Individuen sogenannte Thierstöcke entstehen, in denen auch die Organe der Ernährung und Säftebewegung in Verbindung treten und gemeinsam werden, erhalten wir stärker den entgegengesetzten Eindruck. Bei einer Pflanze ist uns das geläufig. Wir sehen bei den Dikotyledonen schon im Embryo zwei Blattindividuen und ausserdem die Wurzel entstehen, und wir sind geneigt, dem Baume wie seinem Zweige, der Blüthe oder Frucht eine Individualität zuzugestehen; allerdings nicht ganz ohne dem Gedanken Bedeutung zu geben, zu was sie etwa noch werden können, deshalb lieber der Frucht als der Blüthe, und dem Zweige oder der Knospe lieber, wenn wir jenen zum Stecklinge gemacht haben oder zu machen verstehen und diese als Pfropfauge übertragen. Wir sind uns bewusst, dass, wenn wir eine Erbeerstaude vor uns haben, welche an ihren Ranken ebensowohl ein Büschel Blätter allein, als dazu Wurzeln und damit ein neues Pflänzchen bilden kann. die Gränze für die Bestimmung der Individualität, für einen ganzen Organismus und einen Theil, nur relativ ist. Aber beim Thierreich passt uns dergleichen Unbestimmtheit zunächst schlecht und erst allmählich erkennen wir, dass es auch in ihm sich mit dem Individualitätsbegriff in solcher Art verhält.

In einigen Fällen geht auch bei den Thieren aus dem Ei eine Vielfältigkeit miteinander verwachsener Jungen hervor, kleine Thierstöcke, verwachsene Drillinge und mehr. So knospt bei Pyrosoma schon im Ei aus

einem geschlechtslosen Embryo eine Kolonie von vieren. Viel häufiger entsteht an einem im Ei einfachen Körper erst später eine Vielfältigkeit, sei es durch Theilung, sei es durch Ausbrechen von Knospen, welche, ebenso wie der in dem Ei sich bildende einfache Zellhaufen, allmählich eine der Mutter gleiche oder auch eine andere Gestalt entwickeln können. Wenn solche auf einem gegebenen Leibe gebildete Knospen sich nicht von ihm ablösen, oder als Geschwister entstandene Individuen sich nicht trennen, oder ein sich theilendes Individuum diese Theilung unvollständig durchführt, so entstehen Thierstöcke. Die Gestalt der Theile und die Form der Verwachsung geben solchen das mannigfaltigste Ansehen und die innern Werkzeuge greifen auf das Verschiedenartigste in einander. Bald ist mehr, bald weniger gemeinsam im Gesammtgewebe, Coenenchym, in Gehäusen oder Gerüsten, in Blutgefässen und Nerven, in verdauenden Höhlen. Die Fülle gewonnener Nahrung wird nicht mehr wie bei den Termiten in Vorrathskammern angehäuft, aus denen alle schöpfen, aber sie wird in gemeinsame Säfte gebracht und daraus der Einzelaufwand entnommen. Wie sonst einem Einzelthiere aus seinem eigentlichen Leben ausgetretene Substanzen, so können die Ueberreste abgestorbener Individuen den lebenden Theilen eines solchen Stockes mechanische Dienste leisten. Eine Korallenbank ist unten schon mit Sand und Muschelresten zu einem Felsen verkittet, während oben und aussen die Urenkel in frischem Leben gleich bunten Blüthen sich entfalten.

Ein Thierstock ist bei gewöhnlichen Korallen, vielen Bryozoen, aggregirten und zusammengesetzten Aszidien so gebildet, dass die Einzelnen von einander nicht wesentlich verschieden sind. In aller Gemeinschaftlichkeit ist dann die Theilbarkeit so deutlich, die Ausführung der Theilung in der Idee so fest bestimmt, in der Verbindung die Menge der Verbundenen so gleichgültig, und damit die Verbindung selbst so nebensächlich, die Beziehung der Einzelnen zur Gemeinschaft, der Vortheil, den sie etwa aus der Verbindung erlangen, so sekundär, dass wir uns von dem, was uns bis dahin beherrschte, der gestaltlichen Erscheinung, loszumachen nicht zaudern und wir trotz deren Einheitlichem von in einem Thierstocke verwachsenen Individuen reden.

Die Bildung von solchen Thierstöcken oder verwachsenen Thierstaaten fällt unter diejenige Art der Vermehrung, welche wir, weil dabei Geschlechtsorgane und deren Produkte nicht in Betracht kommen, namentlich nicht eine Fortpflanzung durch Eier zu Stande kommt, die ungeschlechtliche nennen. Diese steht den nicht zur Vermehrung führenden Erscheinungen in Wachsthum und Entwicklung näher als die geschlechtliche Vermehrung, ist weniger bestimmt von jenen geschieden. Sie kommt im Thierreich vielleicht nirgends ausschliesslich vor, obwohl noch nicht überall bei für Thiere angesehenen Organismen Aequivalente der Eier bekannt sind. Wo sie vorkommt,

giebt es vielmehr einen Wechsel geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Erzeugung oder Vermehrung. Dadurch sind zweierlei und zuweilen mehr Generationen gegeben, welche wenigstens für den Anfang, häufig aber für das ganze Leben, eine Verschiedenheit und zuweilen eine sehr grosse bieten, mehr oder weniger bezüglich auf die Geschlechtsarbeit. Wir erhalten mit der doppelten Weise der Vermehrung, der Digenese, einen Dimorphismus, oder auch Trimorphismus, Polymorphismus der Generationen. Dieser kann sich für das Bild der Art mit dem Dimorphismus der Geschlechter und dem Pleomorphismus der Entwicklung der Wandlungen, Metamorphosen, verbinden, oder mehr rein für sich bestehen. Dass eine Folge verschieden gestalteter Generationen nicht nothwendig mit verschiedener Fortpflanzungsweise der einzelnen verbunden sei, geht bereits aus dem oben Gesagten hervor; die Verschiedenheit trifft jedoch sehr gewöhnlich die Fortpflanzungsweisen mit, so dass in minder differirenden Fällen die eine Generation weniger bestimmt als Eier charakterisirte oder der Befruchtung nicht oder weniger bedürftige Geschlechtsprodukte, in den höher differirenden eigentliche Knospen bildet, welche sich bald früh, bald spät ablösen, bald dauernd zu einem Thierstocke verbunden bleiben können. Zuweilen erscheint dann das Individuum, welches eine Brut ungeschlechtlich an sich ausbildet, statt auf dem Wege der Zeugung, der Sonderung, mehr auf dem der Ernährung thätig, weshalb es Amme heisst, mehr wie die ältere, vorab ausgewachsene Schwester in einer Gemeinschaft, welche in erster Anlage ganz auf ein einzelnes Ei zurückzuführen, in ihren übrigen Theilen, den jüngern Geschwistern, statt nachträglich ausgebildet, nachträglich entstanden zu sein scheint. So vermittelt sich der Dimorphismus der Verschwisterten mit dem der Generationen. Man kann besonders die Salpenammen je als die ältesten, vorab und besonders ausgebildeten Glieder der Salpenketten, welche an ihnen entstehen, betrachten; sehr wohl auch diejenigen Anneliden, welche an sich in Vermehrung der Glieder erst ablösbare, als Geschlechtsthiere fungirende Portionen aufgeammt haben und nachher selbst noch geschlechtsthätig werden.

Die zu Thierstöcken verwachsenen Individuen können einander wesentlich gleich sein, dann pflegt jedes durch ungeschlechtliche Vermehrung entstandene Individuum geschlechtsthätig zu werden; die aus Eiern hervorgehenden machen ihre Entwicklung durch und gründen die neue Generation. Es ist eine Digenese vorhanden, aber der Dimorphismus der Generationen unbedeutend. Solche Thierstöcke sind aber andrerseits besonders geeignet, die Arbeitstheilung in verschiedenem Grade endlich bis zu Polymorphie von sehr hohem Grade auszubilden. Dann repräsentirt erst die zusammengenommene Vielzahl die Summe von Eigenschaften, welche in nahe Verwandten oder in Wechselgenerationen auf das Festeste zusammengeordnet einem Individuum zukommen.

Das überraschendste Beispiel hierfür geben die Schwimmpolypen oder Siphonophoren, bei welchen auch das Bedürfniss dieser Begriffsuntersuchung am stärksten sich aufgedrängt hat. Die in einer Seenessel oder Qualle in radiärer Ordnung um einen Mund zusammengestellten, nach Zahlen bestimmten Theile finden sich hier von wesentlich gleicher Art aber nicht in gleicher Zutheilung und Ordnung, auch nicht in bestimmten Zahlen, dazu mit gewissen sekundären Besonderheiten. Namentlich ist die Vielzahl auch auf die Mäuler und damit verbundenen Mägen ausgedehnt. Obwohl die Zerlegung in gleiche Individuen nicht nur nicht leicht, sondern gar nicht möglich ist, hat man doch in der Begriffsstellung, wohl zunächst geleitet von der Vielheit des Mundes, nicht gezögert, eine Zusammenordnung zahlreicher Individuen zu einem Thierstocke anzunehmen, wie oben, wo eine Menge von wesentlich gleichen und vollständigen Individuen verbunden war. Da nun nicht etwa die Stücke, welche nicht Mund sind, den einen Mund bildenden oder tragenden, und damit am besten die Vorstellung einer Individualität erregenden, jeweilig zugetheilt sind, vielmehr beiderlei Formen in der verschiedensten Weise bald für sich, bald die gleichartigen oder ungleichartigen zusammengeordnet in Gruppen stehen, müssen wir jeden sich leidlich abgliedernden Theil als Individuum betrachten, gleichwerthig einem mundtragenden oder anderswo einem selbstständigen Thiere, obwohl er nur in Zusammenhang mit einem alle verbindenden Stamme und etwa vorübergehend in einer kleinen Traube verschiedenartiger Stücke Bedeutung hat. Dann finden sich an einem Stamme, einem Faden, einer Scheibe: eine Schwimmblase, ein Haufen Schwimmglocken, Büschel von Mäulern mit Mägen, männliche und weibliche Geschlechtsknospen, Nesselkapseln, Deckstücke. Anatomisch, morphologisch, bei Feststellung des Individualitätsbegriffs durch räumliche Abgränzung ist die Totalität ein Individuum mit vielen Mäulern und mit eigenthümlicher Vertheilung der übrigen Organe an sonderbarem Körper; physiologisch aber haben wir nicht einen durch alle seine Theile bedingten und sie bedingenden Organismus, sondern einen Zerfall des thierischen Leibes bis zu einem hohen Grade der Selbstständigkeit der Organe.

Fig. 24.



Eine sehr kleine Röhrenqualle, Siphonophore, Agalmopsis Sarsii Kölliker, von Villa franca bei Nizza; etwa 50 mal vergrössert. a. Schwimmblase. b. Deckstück. c. Mehrere noch unbestimmte Knospen. d. Tentakel in verschiedener Höhe der Entwicklung. e. Nesselköpfe. f. Die jene tragenden spiralig gerollten Nesselfäden. g. Fadenfortsätze an Nesselköpfen. h. Nährpolyp. i. Leberzellen des Nährpolypen. k. Ein Haufen medusoider Geschlechtsknospen. l. Der Alles tragende Stamm.

Uebrigens können auch ganze Stöcke im Vergleiche mit einander dimorph sein, z. B. der eine nur männliche, der andere nur weibliche Individuen tragen, bei Korallen; oder der eine mit besonderen Fangindividuen, sogenannten Vogelköpfen, ausgerüstet sein, der andere nicht, bei Buguliden unter den Bryozoen.

Im Prinzipe fortschreitend können wir danach jedem Theilchen eines thierischen Leibes, was das Leben betrifft, physiologisch, eine relative Individualität zuschreiben. Dieselbe wird beherrscht durch die aus dem Ergänzungsbedürfniss hervorgehende Verbindung mit anderen. Das Ergänzungsbedürfniss bemisst sich nach dem Umfang der zur Arterhaltung nothwendigen Arbeit und der gegenüber stehenden eigenen Unvollkommenheit der Organisation. Vereinzelung, Vereinigung sämmtlicher Organe und Leistungen in einem sich allein allseitig genügenden, abgeschlossenen, die Organe gänzlich unterordnenden Ganzen verlangt für bedeutende Leistung komplexen Bau, hohe Organisation und giebt ohne sie geringe Leistung, sei es für das Ganze, sei es für das Einzelne. Sehr gewöhnlich tritt für sie ein der Geschlechtsdimorphismus und nur dieser. Dann folgt eine in andern Punkten mehr einseitige Entwicklung, welche, bei hervorragender Befähigung für einzelne Leistungen, Mangelhaftigkeit in anderen mit sich bringt, und so den Anschluss an andre von gleichem Stamme auch ausser für die geschlechtliche Begegnung bedingt. Endlich folgt die Vertheilung der verschiedenen früher von einem Einzelwesen ausgefüllten Funktionen auf viele organisch Verbundene. Solche stehen dann dem Ganzen gegenüber fast gerade so, wie früher Organe, aber sie qualifiziren es durch die Vielfältigkeit und theilweise Selbstständigkeit der Stücke, z. B. der Mäuler, zu besonderen Leistungen. In verschiedenen Lebensphasen können im Einzelnen diese Beziehungen ungleich sein.

Gestaltliche Anordnung der Theile.

Gewisse Anordnungen der Theile in den Thieren sind, äusserlich hervortretend, zugleich dazu angethan, den Vorstellungen von einer Zerlegbarkeit thierischer Körper mit der Bedeutung der Stücke als Individuen, ohne dass dabei die Möglichkeit wirklicher Ablösung gleichwerthiger Theile mit Lebensfähigkeit inbegriffen wäre, besonderen Anhalt zu geben, theils, weil in ihnen wenigstens eine auffällige Gleichwerthigkeit von Theilen und damit eine Repräsentation des Ganzen im Theile gegeben ist, theils, weil solche Combinationen in eine Reihe gestellt werden können mit anderen, in welchen die Theile wirklich für sich lebensfähig sind.

Für die Beschreibung ist die ideale Zerlegung in solche Theile ein

wichtiges Hülfsmittel. Sie vereinfacht, soweit sie das Einfache für das Zusammengesetzte stellen kann, und lässt an den Modifikationen, welche das Gleichartige, Gemeinsame in den verschiedenen Theilstücken erleidet, am besten erkennen, wie überhaupt Verschiedenheiten zu Stande kommen und welche Effekte sie haben. So vermittelt der Vergleich der Theile eines Ganzen den der verschiedenen Ganzen.

Es giebt organische Körper, welche eine ideale Zerlegung in wesentlich gleichgeformte Theilstücke überhaupt nicht gestatten, sei es, weil sie, im Ganzen wie in den Theilen amorph, für eine gestaltliche Beschreibung überhaupt keinen Anhalt bieten, wie Amöben, sei es, weil sie in Gestalt und Form keine regelmässige Wiederkehr der Theile haben, wie Wimperinfusorien. Bei allen Thieren über den Infusorien, selbst schon bei Schwämmen, kann man, wenn auch zuweilen stark abgeschwächt, eine Gliederung des Körpers in mit einander wohl vergleichbare Theile erkennen und zur Beschreibung mit Vortheil anwenden. Kann man mit Ebenen, in welche die Hauptaxe des Körpers fällt, solche Theile von einander trennen, so nennt man sie Gegenstücke, Antimeren, schneiden die möglichen Theilungsebenen die Hauptaxe quer, so heissen jene Theile Folgestücke, Metameren. Solche Anordnung kann sehr ungleich deutlich ausgedrückt sein, sie kann für verschiedene Theile des Thieres in verschiedenem Grad, an verschiedenen Orten, in verschiedener Zahl auftreten, sie kann früher oder später deutlicher sein, undeutlicher werden, sich umgestalten, verschwinden.

Die weitaus grösste Menge der Thiere zeigt über alles Andere überwiegend eine Theilbarkeit nach rechts und links, die gewöhnliche Symmetrie. Wenn man nicht von der Vermehrung durch Halbirung bei Infusorien reden will, welche von Anfang an als wirkliche Vermehrung erscheint, ist die Zerlegung in zwei Antimeren wohl immer nur ideal; d. h. bilateral symmetrische thierische Körper lösen sich nicht real in zwei Hälften, so dass zwei lebensfähige Individuen in voller Trennung von einander entständen. Diese Nothwendigkeit der Verbindung in Ergänzung gilt nicht in gleichem Grade wie für das Ganze für einzelne Organe. In ihnen kann die Duplizität zu vollkommener Unabhängigkeit der Funktion führen, so dass die symmetrischen Stücke ebensowohl zusammen arbeiten als einander ersetzen oder ablösen können, oder auch nur eines eine gewisse Funktion übernimmt.

Die gewöhnliche Symmetrie eines thierischen Körpers bezeichnet nicht, dass die beiden Hälften einander decken, sondern nur, dass sie Spiegelbilder für einander bieten. Soweit sie Organe der Ortsbewegung repräsentiren, liegt in der damit möglichen Ungleichseitigkeit in sich die Begründung des Ergänzungsbedürfnisses.

Die bilaterale Symmetrie ist gewöhnlich nicht durchgreifend, nicht in allen Theilen des Körpers gleichmässig vertreten. Bei uns selbst und den meist verwandten Thieren erscheinen die äusseren Theile sehr gut

symmetrisch und nur genaues Zusehn zeigt dort Schiefheit, wo sie den Umständen nach am meisten auffällt, z. B. an den Gesichtshälften, an der Nase. Das wird an Schädeln von Zahnwalen auffälliger. Die Knochen der rechten Seite pflegen stärker und länger zu sein, die Mittellinie, bestimmt durch die Naht der Zwischenkieferbeine, die Nasenbeine und das in der Nasenöffnung, dem Spritzloch, erscheinende Pflugschaarbein, ist nach links konkav. Man wird mit Rücksicht auf die Besonderheiten dieser Thiere in Bau und Bewegung den hier am Schädel deutlicheren Ausdruck der Asymmetrie parallelisiren dürfen mit der Abschwächung des linken Armes beim Menschen. Die erste Ursache der gewöhnlich stärkeren Ausbildung der rechten Seite des Vorderkörpers der Säugethiere, besonders des Menschen, liegt in der Lage des Herzens und der grossen Gefässe. Die vordere Körperhälfte erhält rechts das Blut in reicherem Masse wegen des stärkeren Stosses, weil ihre Schlagadern, Subclavia dextra und Carotis dextra, dem Herzen näher und zugleich mehr in der Richtung des Anfangstheils der Aorta, des aufsteigenden Bogentheils, liegen als die gleichen Gefässe der linken Seite. Sie ist rechts dadurch im Wachsthum besser ernährt und während des Gebrauchs besser gespeist; auch der Rückfluss des Blutes erfolgt von ihr direkter, weil die rechte obere Hohlvene das Blut von links mit übernimmt. Der Unterschied ist um so stärker, eine je kürzere Strecke die Blutwege für die verschiedenen vorderen Körperregionen vereint sind; er schwindet nahezu bei der Bildung einer Aorta anterior, eines gemeinsamen Stamms aus dem Aortenbogen für die Gefässe beider vorderen Gliedmassen des Halses und Kopfes. Diese wird gebildet bei Thieren mit einfachst pendelförmiger und in der Regel gleichzeitiger Arbeit der vorderen Gliedmassen, im Galoppsprung, in Zusammentreffen mit langen balancirenden Hälsen, den besten Einrichtungen für gradlinige Ortsbewegung. Dabei findet sich dann wohl auch Vertretung der obern Hohlvene linker Seits und die Lage des Herzens ist gradlinig median, die rechte Abtheilung liegt dorsal, die linke ventral. Diese Begründung eines gewissen Grades von Schiefheit aus der Ernährung, wenn auch nicht reif zur Durchführung für alle Fälle, findet vielleicht eine Unterstützung aus der Einrichtung der grossen Gefässe bei den Vögeln, für welche Symmetrie der Bewegungseinrichtungen und gleiche Gewichtsvertheilung besonders bedeutsam sind. Indem bei ihnen die etwas von links nach rechts aufsteigende Aorta sich in merkwürdigem Gegensatze zu den Säugern nicht von dort nach links zurückbiegt, vielmehr an der rechten Seite der Wirbelsäule absteigt, sind die Vortheile zwischen beiden Körperhälften vertheilt; die linke Seite erhält das Blut früher, aber unter ungünstigerem Winkel für die versorgenden Gefässe, die rechte später, vom schwächeren Strom, aber unter günstigerem Winkel. So wird die Ernährung der Flügel leicht eine beglichene sein; die Gewichtsvertheilung, für welche die mediane Lage des Herzens und die manchmal vollkommene Beibehaltung

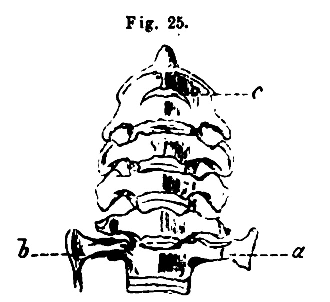
der Symmetrie für die Leber wichtig sind, dürfte übrigens noch durch die Luftsäcke korrigirt werden; wahrscheinlich unbewusst, in direkter Folge aus der etwaigen Ungleichheit der Flügelhaltung. Ob leichte Asymmetrien in Einem oder Anderem die Vorliebe für kreisenden Flug in bestimmtem Sinne bedingen, wird schwer zu entscheiden sein*). Ich habe bisher bei Säugern nur einmal, nämlich bei Choloepus Hoffmanni Peters, dem Faulthier von Costa-rica gefunden, dass die Art. subclavia für die rechte Seite später vom Aortenbogen abgeht als die linke, wo sie dann überhaupt das letzte vordere Gefäss ist, nachdem der Aortenbogen sich schon zum Absteigen wendet. Das soll auch beim Menschen abnorm vorkommen. Dass beim Menschen, auf der von der Natur gegebenen, geringen, aber doch wohl empfundenen, Bevorzugung der rechten Hand weiter bauend, Erziehung noch wirksamer gewesen ist und die darauf gegründeten Verwendungsunterschiede, ohne Rücksicht auf den Grad der angeborenen Anlage, ja gegen solche, nach Sitte durchgesetzt hat, erkenne ich vollständig an. Wie vielleicht ein Wal, gewohnheitsmässig und mit Rücksicht auf durch die Gewohnheit und Uebung gewonnenen Eigenschaften, seine Wendungen öfter nach links macht, so ist auch bei uns allmählich die linke Hand in Arbeitstheilung zur Hülfshand herabgesunken, ein Amboss zum Hammer der rechten geworden, und es bedingt sich dadurch immer mehr im Alter und bei gewissen Arbeiten und Gewerben schiefe Körperhaltung, Schiefheit in der Wirbelsäule, im Becken, Ungleichheit in den Beinen.

Bei einem Dromedar unserer Sammlung ist eine starke Asymmetrie des Zungenbeins wohl als Folge des Gebrauchs der Zunge beim Mahlen des Futters in einer bevorzugten Richtung anzusehen.

Verborgene Asymmetrie finden wir auch bei Säugern vielfach. Die Gleichheit der Seiten vernichtend, kann sie ein Mittel sein, die Gleichwerthigkeit verschiedener aufeinander folgender Stücke zu erweisen. So hat ein Zebra, Equus Burchelli, unsrer Sammlung hinter den an beiden Seiten Rippen tragenden Rückenwirbeln einen Wirbel, der einerseits eine Rippe trägt, andrerseits wie die nachfolgenden Lendenwirbel einen Querfortsatz. Ein Choloepus Hoffmanni besitzt an seinem letzten, sechsten, Halswirbel einerseits eine abgegliederte Halsrippe, andrerseits einen festen

*) Die merkwürdigste Asymmetrie an Vögeln ist wohl der zur Seite gebogene Schnabel des Anarhynchus frontalis, eines dem Strepsilas oder der Tringa verwandten neuseeländischen Vogels, welche schon bei Nestvögeln sich findet. Fast allen Vögeln kommt bekanntlich eine Asymmetrie des weiblichen Geschlechtsapparats zu, gestattet aber gerade mediane Lagerung der reifenden Eier; weniger bedeutend ist, wenn bei Tauben die beiden Musculi sternotracheales sich rechts an die Luftröhre setzen; das ist wohl nur eine Verschiebung aus Haltung des eingezogenen Halses. Wenn die Bewegungsorgane sehr symmetrisch sind, kömmt es auf die Anordnung des Ballastes weniger an.

Fig. 25.



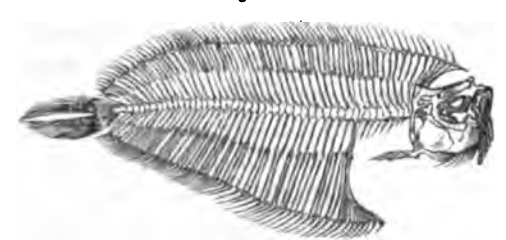
Halswirbelsäule von Choloepus Hoffmanni Peters, dem zweizehigen Faulthier, wahrscheinlich von Costa-rica, einem jungen Weibchen, ohne den ersten Ringwirbel, Atlas, vom Bauche gesehen. Natürliche Grösse.

*** Der vorderste abgebildete Wirbel, Epistropheus, lässt durch die Zwischenwirbelscheibe c erkennen, dass sein Zahn durch den angelötheten Körper des Atlas gebildet wird. a. Angelötheter zweiwurzliger Querfortsatz der linken Seite am sechsten, bei dieser Art letzten, Halswirbel. b. Diesem auf der rechten Seite entsprechende eingelenkte, zweiwurzlige, hammerähnliche Rippe.**

Querfortsatz, wodurch dann die Gleichwerthigkeit von Rippen und Querfortsätzen unter verschiedenen Bedingungen und Formen festgestellt wird.

Besonders auffallend ist die Schiefheit der Plattfische, Butten, Schollen, Zungen. Sie entwickelt sich erst nach Verlassen des Eis, und vielleicht nicht bei solchen Formen, welche im hohen Meere keine Gelegenheit haben, sich seitlich auf den Grund zu legen. Namentlich werden dabei die Gesichtsknochen asymmetrisch; das Auge einer Seite wandert zu dem der anderen hinüber; der Mund stellt sich durch Schiefheit mehr seitlich: bei Rhombus wird die rechte, bei Platessa und Solea die linke Seite blind. Zugleich färbt sich die blinde Seite am Leibe nicht und erhält endlich in Ansehn und Verwendung den Charakter einer Bauchseite, oder mit andern Worten für Bildung der Rückenseite und Bauchseite, was Lage und Färbung betrifft, findet nicht die gewöhnliche Combination der Eigenschaften statt; die diese Unterscheidung bestimmenden Theile und Verhältnisse sind nicht einheitlich gerichtet. Auch kann die Brustflosse auf der blinden Seite verloren gehn, während sie andrerseits bleibt: Monochirus. Um so stärker tritt dann die dorsoventrale Symmetrie an dem fast den ganzen Körper einnehmenden Schwanz hervor.

Fig. 26.



Skelet von Solea vulgaris Quensel, der gemeinen Scholle, von Triest; ein Sechstel der natürlichen Grösse.

Ersichtlich gilt bei den eben in's Auge gefassten höheren Thieren die Symmetrie für die inneren Organe, Lunge, Herz, Magen, Leber, Milz, Darm weniger. Die vergleichende Untersuchung, besonders an Hand der Entwicklungsgeschichte, ergiebt, dass auch diese von symmetrischen, paarigen oder medianen Anlagen ausgehn. Das kann verhüllt werden, indem innere Organe zur Aufwicklung gezwungen, verschoben oder schief gerichtet werden, oder auf einer Seite im Wachsthum zurückbleiben, weil die sie umschliessenden äussern Theile ihrer gradlinigen, symmetrischen Entfaltung, wegen nicht entsprechenden Wachsthums, nicht Raum geben. Solches ge-

schieht in der Hauptsache schon vor der Geburt, es kann aber auch im Heranwachsen die Schiefheit der inneren Organe sich verstärken oder auch vertauschen. So wird der Blindsack des Magens allmählich grösser und besonders bei den Wiederkäuern dadurch der Magen immer mehr asymmetrisch gestaltet und gelagert. Beim Pferde wird, während anfänglich der linke Lappen der ursprünglich symmetrischen Leber durch den Raumanspruch des Magens in Grösse zurückbleibt, später bei magenähnlicher Ausdehnung des Colons der rechte Leberlappen atrophisch und nun ist der linke der grössere*). Der linke Hauptstamm der Chylusgefässe, der Ductus thoracicus übernimmt in der Regel die Aeste des ganzen Hinterkörpers und des linken Vorderkörpers, der rechte, Ductus trachealis, nur den rechten Vorderkörper, jener drei, dieser ein Viertel. Da wird das Prinzip der Zusammenlegung der Ströme selbst auf Kosten der Symmetrie geltend. Man pflegt jene äusseren, die Beziehungen zur eigentlichen Aussenwelt vermittelnden Theile, an welchen die Organe der Ortsbewegung die Hauptmasse bilden, als vorzüglich das Thier auszeichnende die animalen zu nennen. Deren Entwicklung ist bei Wirbelthieren und Gliederthieren meist so bedeutend, dass die in ihnen repräsentirte Symmetrie die Asymmetrie der inneren, vorzüglich der Ernährung und Fortpflanzung dienenden, sekundär vegetativen Theile, aufgezwungen durch Wachsthumsinkongruenz des aneinander Gebundenen, versteckt. Aber diese Asymmetrie innerer Theile kann auch bei ihnen den grössten möglichen Grad erreichen, so dass ein Organ auf einer Seite ganz fehlt, wie die Milz, indem diese, ursprünglich median, durch den im Wachsthum sich schief lagernden Magen nach links gewendet wird, oder eine Lunge der Schlangen, welche wirklich paarig angelegt auf einer Seite fast ganz in der Entwicklung zurückzubleiben vermag. Bichat hat wohl zuerst hervorgehoben, dass die Organe des vegetativen Lebens nicht an der Symmetrie der animalen Antheil haben.

Bei den Weichthieren ist in vielen Fällen die animale Sphäre relativ weniger entwickelt und die Umwachsung des vegetativen Apparats durch dieselbe ist namentlich bei Gastropodenschnecken oft sehr unkräftig. Dann tritt das asymmetrische Verhalten des kolossalen und doch für seine räumliche Anordnung an die animale Schicht gefesselten vegetativen Apparates nicht allein selbst unverhüllt hervor, sondern zwingt auch über die nächste Umhüllung hinaus die animalen Theile mit in Asymmetrie. Wie wenn bei

*) Die ursprüngliche Symmetrie der Leber sammt symmetrischer Lage finde ich besonders schön bei hochbeinigen, schmalgebauten Vögeln, grade z. B. bei Mycteria australis; auch Schildkröten zeichnen sich dadurch aus, jedoch bei vorwiegender Lagerung und Entfaltung in die Breite. Sehr beachtenswerth ist die Umwandlung der Symmetrie in immer grössere Asymmetrie bei den Eingeweiden der Reptile, wenn der Körper gestreckter wird. Dann verkümmert eine Lunge, ein Leberlappen; Nieren und Geschlechtsorgane der beiden Seiten lagern sich hintereinander statt nebeneinander.

schwachen Bauchdecken eines Menschen ein grosser Eingeweidebruch sich vordrängt und der Darm in ihm mit asymmetrisch gewundener Schlinge liegt, so drängen die Eingeweide einer Schnecke normal die Rückendecke vor sich her und bilden ein asymmetrisches, spiralig gewundenes Knäuel, welches mit der Asymmetrie der es bedeckenden Schale weiter eine des Rückziehmuskels, der Seitenwände des Körpers, der Geschlechtsorgane, auch wohl der Fühler und Augenstiele, selbst, bei den Trochiden sehr merklich, der Zungenreibeplatte, Radula, welche statt in vertikaler theilweise in seitlicher Einrollung Raum suchen muss, auch, wo ein Deckel vorhanden ist, eines solchen und des ihn bildenden und tragenden Hinterrückens bedingt. Die trotz dieser betonten Asymmetrie in den Weichthieren steckende Symmetrie hervorgehoben zu haben, ist das Verdienst de Blainville's.

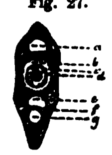
Bronn hat in den morphologischen Studien 1858 für die Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere den Halbkeil, das Hemisphenoid, als gemeinsame Grundform bezeichnet. Das ist die Gleichheit im Spiegelbilde für die Hälften neben einer senkrechten Theilebne, in welcher die Längsaxe liegt. Diese Grundform gestattet, dass Vorn und Hinten, Oben und Unten verschieden sind; sie kann weiter gewähren Aehnlichkeit der Querschnitte und das ist für die Metamerenbildung sehr wichtig.

Die Ausprägung einer einfach bilateralen Symmetrie ist eine Bevorzugung der Entwicklung nach rechts und links vor anderen. Sie kann zunächst verbunden sein mit einer dorso-ventralen Symmetrie und sie kann von dieser in Ausprägung übertroffen werden: die Bauchhälfte kann eine vollständigere Uebereinstimmung mit der Rückenhälfte zeigen, als die rechte Körperhälfte mit der linken. Sofern die beiden Symmetrien ganz durchgeführt wären, würde man zwei sich rechtwinklig schneidende Ebnen durch die Längsaxe des Körpers so zu legen im Stande sein, dass jede von ihnen den Querschnitt in zwei Hälften theilte, welche nicht nur Spiegelbilder von einander wären, sondern bei Drehung einer um zwei Rechte einander deckten. Jedes Viertel würde ein Spiegelbild der zwei benachbarten Viertel sein, brauchte aber seine Nachbarn bei Drehung um einen Rechten noch nicht zu decken; der Körper würde ein Sphenoid nach Bronn sein, ohne dass der Durchschnitt ein Kreis zu sein brauchte.

Die Untersuchungen von K. E. von Baer haben zuerst gelehrt, dass in allen Embryonen von Wirbelthieren ein Organ entsteht, welches in späterem Heranwachsen nur in den Niedrigeren mehr oder weniger erhalten bleibt, in den Höheren aber in Umwachsung durch die Wirbelsäule erstickt wird, die Rückensaite, chorda dorsalis. Diese bildet eine Axe für die, in unserem Sinne sekundär, animale Sphäre und man kann eine gewisse Uebereinstimmung dorsaler und ventraler Theile dieser Sphäre gegenüber dieser Axe erkennen. In der embryonalen Entwicklung wird diese zur bilateralen Symmetrie sich gesel-

lende dorsoventrale der Wirbelthiere am deutlichsten ausgebildet in einer Papille, mit welcher der animale Theil des Keims sich hinten von der kugligen Begränzung der Dottermasse losmacht, und in welchem seine spezifische Entfaltung nicht gestört wird von Einflüssen eines ihm anliegenden Darmrohrs oder Dottersackes. Aus dieser Papille entwickelt sich der Schwanz der Wirbelthiere und in den best entwickelten Schwänzen, denen der Fische, tritt auch in Erwachsenen die dorsoventrale Symmetrie am deutlichsten hervor, während für die bilaterale ein Unterschied zwischen Rumpf und Schwanz nicht besteht. Der einzelne Wirbel ist dafür ein bester Ausdruck, nach ihm richtet sich das Uebrige und er erhebt über gewisse Mängel an der dorsoventralen Symmetrie, welche andere Theile anzeigen. Vielleicht täuscht er aber auch grade dabei durch eine sekundäre, falsche, scheinbare Symmetrie. Für das den Körper umziehende Flossensystem gilt ebenfalls eine ausgezeichnete dorsoventrale Gleichartigkeit. Innerhalb desselben kommt theilweise durch beidseitige Zusammenlegung von Strahlenhälften die bilaterale Symmetrie deutlicher zum Ausdruck, noch mehr, wenn solche Hälften, wie auf dem Kopfe der Fische der Gattung Echeneis, der sogenannten Schiffshalter, in der Weise von Speichen in den Leisten der Kopfscheibe nach rechts und links aus einander gelegt sind, obwohl sie noch in der Medianen zusammenstossen. Am Bauche werden die Strahlen aus einander gedrängt und bilden unterbrochen, nur noch an den hinteren und vorderen Flossen und an den Kiemenbögen hinauf- und hinablaufend, die strahligen Besetzungen dieser Gürteleinrichtungen, zuweilen, bei den Discoboli, am Vorderbauche ähnlich zur Scheibe verbunden wie auf dem Kopfe der Echeneis, um zuletzt am Zungenbein als Kiemenhautstrahlen und am Unterkiefer vielleicht als Bartfäden aufzutreten, wie über der Schnauze als vereinzelte stellbare Strahlen. Die dorsoventrale Symmetrie wird aber sehr gewöhnlich an den Flossenstrahlen und ihren Trägern grade am Schwanzende, wo sie doch aus der besonderen Entwicklung der Verdauungshöhle dafür direkte Motive nicht mehr hat, durch Verschiedenheit in Grösse und Zahl der Theile für Bauch und Rücken gestört, wobei die Bauchseite immer bevorzugt erscheint. So wird bei den meisten Fischen und immer bei kräftiger Entwicklung der Schwanzflosse der anfangs homocerke Schwanz heterocerk, der untre Theil der Schwanzflosse überwiegt. Das liegt klar bei Rochen, Haien, Stören. Bei den meisten Knochenfischen, obwohl thatsächlich stärker ausgebildet, ist es dem ersten Blicke versteckt; die Schwanzflosse hat deutlich gesondert einen ziemlich gleichen oberen und unteren Theil; bei genauerer Prüfung ergiebt sich aber die Axe als aufgebogen; von der oberen Hälfte der Flosse ist äusserst wenig wirklich Rückenantheil,

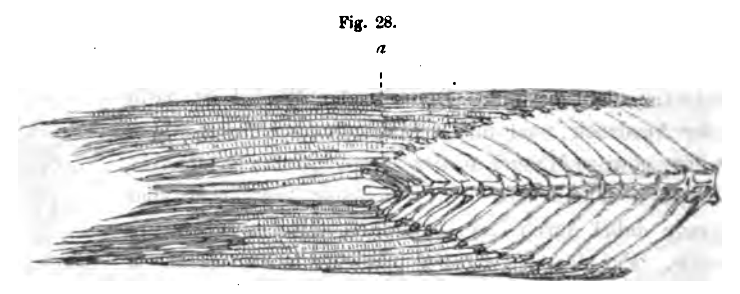
Fig. 27.



Querschnitt durch die knorplige Wirbelsäule von Acanthias vulgaris Risso, dem Dornhai, von Helgoland, in natürlicher Grösse.
a. Medullarkanal. b. Verkalkung im Knorpel. c. Scheide der chorda. d. Die chorda dorsalis. e. Obere Abtheilung des Hämalkanals für die Arterie. f. Quere Scheidewand im Hämalkanal. g. Dessen untere Abtheilung für die Vene.

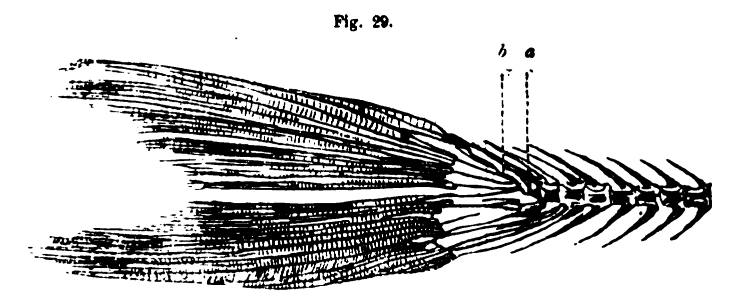
alles Uebrige gehört dem Bauchtheil an und äfft durch eine Gliederung in zwei eigentlich auf einander folgende, aber über einander geschobene Theile eine Homocercie nach; die primäre Homocercie ist durch eine besondere Modifikation starker Heterocercie durchgehend zu sekundärer Homocercie gelangt.

Fig. 28.



Ein fast vollkommen primär homocerker Fischschwanz von Gadus aeglefinus Linné, dem Schellfisch von Ostende, in natürlicher Grösse.
a. Die die Schwanzflosse halbirende Endplatte des letzten Wirbels.

Fig. 29.



Ein ursprünglich ganz auf der Bauchseite angelegter sekundär homocerker Fischschwanz von Barbus fluviatilis Agassiz, der Barbe, aus dem Neckar, in natürlicher Grösse.
a. Der letzte Wirbelkörper. b. Die die Schwanzflossenträger oben abschliessende Endplatte.

Auch am vorderen Ende wölbt sich die Axe oder die in ihrer Verlängerung liegende Reihe von Knochen der Schädelbasis, namentlich das Siebbein auf und die gewaltige Entwicklung der hier ventral angelehnten Gürtel zu Zungenbein, Kiefern, Jochbogen, Nasenbeinen u. s. w. und die besondere Gestalt der obern Bögen erlaubt nur auf Umwegen die dorsoventrale Symmetrie nachzuweisen.

Wir haben oben angedeutet, es sei vielleicht die ganze dorsoventrale Symmetrie der Wirbel, welche in oberen und unteren Bögen, namentlich am Schwanze, sich ausspricht, etwas Sekundäres. Dafür schiene zu sprechen, dass auch bei wahrhaft homocerken Fischschwänzen ein sehr grosser Unterschied für die versteckter liegenden Theile besteht, indem die oberen Bogen die Centralorgane des Nervensystems, die unteren die beiden grossen Schwanzgefässe, Arteria und Vena caudalis, unter sich durchgehn lassen. Am

Rumpfe, wo ventral die ganze weite Bauchhöhle mit ihren Eingeweiden ausser der weiteren Entwicklung jener Gefässe liegt, schwindet die dorsoventrale Symmetrie noch weit mehr, Skelettheile und Muskeln nehmen wesentlich neue Lagen und Beziehungen an. Genauere vergleichende Untersuchungen beweisen, dass der eigentliche Gegensatz von über der Axe liegenden epaxonen Theilen, vorzüglich Muskellagen, und unter der Axe liegenden, hypaxonen, welcher eigentlich die dorsoventrale Symmetrie ausmachen sollte, im Allgemeinen durch Verkümmerung der hypaxonen Lagen verschwindet oder doch sehr zurücktritt, dass dagegen die epaxonen Entwickelungen auf den Seiten sich bauchwärts neigen und endlich verbunden die ventralen Lager mit bilden, ohne hypaxon zu sein. Dann kann am Rücken der Bauchhöhle ein Rest hypaxoner Muskeln liegen, während ihre Bauchwand von ventral gewordenen epaxonen Theilen gebildet wird. Indem Solches nach dem Schwanze übergreifen kann und die Muskulatur des Schwanzes andrerseits auf die Bauchwand, können Unsicherheiten darüber empfunden werden, wie weit selbst am Schwanze die dorsoventrale Symmetrie eine primäre oder sekundäre sei. Vor Allem aber geht daraus hervor, dass „Ventral“ nicht immer als der Bauchseite zugewendet, sondern für die animale Sphäre als der vegetativen zugewendet genommen werden muss. Geht man gar darauf ein, dass vielleicht die Muskeln und Gefässe am Verdauungsapparat nachträglich abgesplissen seien von dem animalen Muskelblatt u. s. w., dass das ganze Zwischenblatt seinen Ursprung einheitlich aus dem serösen Blatte genommen habe, und bedenkt man die ursprüngliche Continuität zwischen äusserem und innerem Blatte, dann wird man hier so viel Sekundäres in dem, was von dorsoventraler Symmetrie vorkommt, erkennen, dass man gewiss nicht Lust behält, Vergleiche mit Krystallformen und den Beziehungen ihrer Axen zu machen.

Es ist jedoch immer wichtig zu erkennen, dass in der sogenannten animalen Sphäre eine grosse Neigung zur Herstellung der dorsoventralen bilateralen Symmetrie besteht. Auch jene grosse Differenz aus der Ueberlagerung der Centralorgane des Nervensystems durch obere und der Gefässe durch untere Bogen mildert sich und lässt sich mehr als eine gradweise, nicht absolute Verschiedenheit erkennen, wenn man bedenkt, dass in den Gränzsträngen des sympathischen Nervensystems etwas dem Rückenmarke sehr Vergleichbares unterhalb der Wirbelkörper oder Querfortsätze gegeben ist, wie ja im Rückenmarkskanal auch Gefässe verlaufen. Für letzteres bietet uns Choloepus Hoffmanni, welches uns schon mehrfach schöne Beispiele gab, wieder ein solches. Statt dass bei ihm die sakralen Venenplexus zur unteren Hohlvene gingen, gehen sie zu einem im Rückenmarkskanal verlaufenden ferderkielstarken venösen Sinus, welcher andrerseits unter dem Bogen des dritten Halswirbels anfängt, in der Gegend des Herzens aber durch drei Communikationen aus dem Wirbelkanale ln eine kurze

Vena azygos mündet, welche jenes venöse Blut ins Herz bringt. Bei dieser besonderen Einrichtung, welche in der zusammengedrückten Haltung des Bauchs bei dem an den Beinen hängenden Thier den Rückfluss des Blutes unter den Schutz des Wirbelkanals stellt, ist deutlich, statt dass in der Regel hypaxone Gefässstämme, sei es als Azygos und Hemiazygos, sei es als Cava jene Blutmengen des animalen Lebens führen, und in epaxoner Lage sich nur sehr kleine Aestchen für die Rückfuhr zum Herzen finden, als eine epaxone gewaltige Commissur dieser Sinus ausgebildet worden. Man kann also sagen, in der sekundär animalen Sphäre sind im Allgemeinen gewisse Bildungen epaxon, andre hypaxon stärker ausgebildet. Solche stehen in Uebereinstimmung; den grösseren Muskelmassen und den mit der Aussenwelt in Beziehung tretenden Theilen sind die grösseren Nervenmassen näher gelegt, der Entwicklung des vegetativen Apparats entspricht die besondere Lage der Gefässe, welche aus ihm die Nahrung in die animalen Theile führen.

Indem bei den Gliederthieren jene reale Axe, chorda dorsalis, sowie ein auf ihr etwa entwickeltes Skelet und damit die Gliederung in epaxone und hypaxone Theile ganz fehlt, erscheint die etwa bei ihnen vorhandene dorsoventrale Symmetrie noch viel sicherer als etwas Sekundäres, nicht im ersten Anstoss der Entwickelung in den Keimblättern Bedingtes. Sie ist jedoch eher vollkommener, namentlich bei Würmern, wo dorsal und ventral sehr ähnliche Leibesanhänge ausgebildet sind und der vegetative Apparat sich gleichmässiger einfügt. Die Lage der Centralorgane des Nervensystems, ventral, stört allerdings eben so sehr.

Die Entwicklung einer starken bilateralen Symmetrie und einer Aehnlichkeit in dorsoventraler Richtung, welche in der Regel als primär aufgegeben und erst als sekundär wieder hergestellt betrachtet werden kann, verbindet sich demnach sehr allgemein mit bedeutenderer Entfaltung der animalen Sphäre. Durch die gegensätzliche Entwicklung der vegetativen Sphäre wird sie, wie primär vernichtet, so auch in der sekundären Herstellung eher behindert und gestört. Die vegetative Sphäre hat für sich auch eine bilateral symmetrische Entwicklung und kommt in der Darmrohrbildung auch zu einer sekundären dorsoventralen, aber gänzlich bedeutungslosen.

Die symmetrische und doppeltsymmetrische Anordnung bedingt direkt und indirekt die geordnete Synergie, sei es in zusammenfallender, sei es in abwechselnder, ebenmässiger Bewegung, an erster Stelle die wirksamste Einrichtung der aktiven und passiven Bewegungsorgane. Die verschiedene Bedeutung der beiden Arten von Symmetrie für die Richtung der Bewegung erhellt von selbst. Eine sekundär ventrale Muskulatur kann dabei die Stelle einer primär hypaxonen vertreten. Aus diesen Hauptarten und der Metamerenbildung lässt sich alle weitere Gliederung der Muskulatur ableiten.

Neben den beiden bevorzugten, in den Symmetrien zunächst hervor-

tretenden Richtungen giebt es noch andere, welche zeigen, dass jene eben unter mehreren möglichen bevorzugt, ausgewählt sind, wie vier sich rechtwinklig schneidende Radien eines Kreises unter unendlich vielen. Auch ergeben am Rumpfwirbel eines Härings die knöchernen Elemente in Bögen, Fortsätzen, Rippen, Gräten eine Theilung der sich anlehnenden Muskelmassen durch fünf Paar Strahlen in acht im Prinzip gleichwerthige Theile neben der Medullarhöhle und der Leibeshöhle.

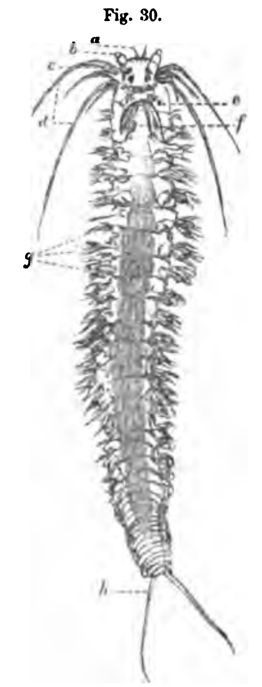
Man kann also die hemisphenoide und die sphenoide Grundform mit ihren Schnittflächen, welche man in nicht mehr als zwei oder vier gleiche oder gleichartige Stücke zerlegen kann, und welche an den verschiedenen Stellen unter einander verschiedene Gestalt haben können, durch Bevorzugung von zwei oder vier Richtungen und grössere Gleichgültigkeit gegen die Aehnlichkeit der Querschnitte, hervorgegangen denken aus halben oder ganzen Kegeln, Cylindern, Rotationsellipsoiden, welche durch beliebige viele durch die lange Axe gelegte Ebnen in gleiche oder gleichartige Stücke zerlegt werden können.

Eine antimerische Zusammensetzung, wie sie in der Symmetrie vertreten ist, wird immer durch sich selbst einige Vergleichbarkeit der Querschnitte und der durch solche gebildeten Abschnitte mit sich bringen. Physiologisch kann man jedoch Folgestücke, Metameren, nur aufstellen, wenn wegen der Vielzahl der Organe Abtheilungen so gemacht werden können, dass sie für Vertheilung und Anordnung der Organisation und damit der physiologischen Arbeit vergleichbar sind und in einem einheitlichen Ganzen wenigstens bis zu einem gewissen Grade die ganze Organisation vertreten. Wenn auch nicht immer schon äusserlich durch Einschnürungen und dergleichen oder andre Verschiedenheit, doch innerlich wird dann durch Differenzen und Unterbrechungen im Bau der Organe die Eintheilung bestimmt. Wenn solche Unterbrechungen sehr, namentlich auch äusserlich, ausgeprägt sind, können Folgestücke, auch wenn sie einzeln von der vollkommenen Repräsentation des Ganzen sehr weit entfernt bleiben, doch auf ihre Individualität behandelt werden. Es kann die Isomorphie durch alle möglichen Mittelstufen zu hochgradiger Polymorphie der Metameren führen.

Ein nach dem Prinzip der Antimeren gebauter Körper kann einer solchen Theilbarkeit nach Metameren ganz entbehren, er kann dieselbe für alle Theile oder doch für einen Theil seiner Organe besitzen, die Theilbarkeit nach Metameren kann für die verschiedenen Organe ungleichzahlig sein und verschiedene Stellen treffen. So gestatten parasitische Rundwürmer, Nematoden, in der Regel gar nicht, selten, z. B. bei Liorhynchus, durch Gliederung der Haut oberflächlich eine Metamerenbildung, eine Auffassung als gegliederte Thiere. Bei Schnecken ist meist nur die Zungenreibeplatte durch Gleichartigkeit von in einer Längsreihe auf einander folgenden ein-

zelnen Haken oder von Querreihen aus mehreren solcher Haken oder Platten gegliedert, seltener der Magen, durch aufeinander folgende Paare von Taschen, oder die Haut, durch Bildung sich in der Längsaxe wiederholender Paare oder Querreihen von Kiemen bei Tethis und Aeolis, oder gar die Schale, indem die Chitonen, Käferschnecken, ausser den mehr gleichmässig stehenden zahlreichen Schüppchen oder Stacheln an den Rändern des Rückens, in der Mittellinie acht einander folgende wesentlich gleiche und durch Absätze getrennte Schalenstücke führen. Die gewöhnlichen Anneliden bilden mit Ausnahme der Theile am Kopfe, welcher als Träger des Mundes und seiner Ausrüstung auch hauptsächlich der Sinnesorgane sich über die anderen Abschnitte erhebt, auch deren mehrere verschmolzen enthält, für fast alle Theile gleiche und übereinstimmende Metameren aus, so dass es selbst Fälle giebt, in welchen jedes Segment Augen besitzt, Polyophthalmus, oder doch das Hinterende des Körpers so gut als das vordere, Piscicola. Diejenigen, bei welchen verschiedenartige Körperabschnitte, heteromorphe Gruppen von Segmenten, auftreten, bilden Ausnahmen, am stärksten Chaetopterus, minder die eine thorakale und abdominale Partie verschieden gestaltenden gewöhnlicheren Röhrenwürmer oder auch Heteronereis, welche, vielleicht nur eine digenetische Form zu Nereis, die hinteren Segmente auffällig verschieden zeigt. Geringere Unterschiede an den Metameren bilden sich häufig in ähnlichem Sinne wie die der dorsalen und ventralen Ausrüstung und kombiniren sich mit ihr in interessanter Weise bei den Tubikolen, so dass die dorsale Ausrüstung des Vorderkörpers hinten der Bauchseite zukommt und umgekehrt. Die Blutegel dagegen geben ein Beispiel einer ungleichmässigen Gliederung der Organe. Der medizinische Iatrobdella medicinalis, hat bei 93—108 Leibesringen, also mit derjenigen Unbestimmtheit, welche grösseren Zahlen eigen zu sein pflegt, und, wegen Unvollständigkeit der Vertretung am Bauche, dorsal und ventral nicht gleich, dreiundzwanzig Nervenknoten, welche allerdings in Verschmelzung von drei vorderen und sieben hinteren aus einunddreissig primären hervorgegangen sind, siebzehn Paare schleifenförmiger Segmentalorgane, nur elf Paar Magentaschen, neun Paar Hoden, fünf Paar Augen, endlich nur ein Paar Eierstöcke.

Fig. 30.



Eine Annelide, Nereis Duvanceli Audouin und Milne Edwards, Spezia: etwa sechsmal vergrössert. a. Mittlere Antennen. b. Seitliche Antennen. c. Augen. d. Vier Paar Mundfühler. e. Paragnathen in Häufchen (vergleiche Verdauungsorgane). f. Kiefer. g. Fusstummel, welche Borsten und Cirren tragen. h. Analcirren.

Auf der Grundlage der Metameren ist in viel höherem Grade als auf

der der Antimeren, wenigstens so weit sie uns als solche erscheinen*), eine Vermannigfaltigung der Organisation durch die schon angedeutete Differenzirung immer noch vergleichbarer Stücke möglich und bietet die reichlichsten Beispiele für Befriedigung verschiedener Bedürfnisse durch verschiedene Einrichtungen in complexem Bau. Die Metameren ergänzen sich dann im Zusammenarbeiten ähnlich wie Individuen eines Thierstaates oder Thierstocks und treten selbst als Individualitäten eines bestimmten Grades auf, obwohl die Einheit durch nur einmalige Vertretung einiger Organe, namentlich des Mundes, durch feste Zusammenordnung anderer Organe, auch besonders durch Mangel der Uebereinstimmung in Abtheilung der verschiedenen Organe mehr betont ist. Die gestaltliche Heteronomie der Metameren mit der Verschiedenheit der physiologischen Leistung in bestimmter Zutheilung verbindet sich in der Regel mit Beschränkung in der Zahl für die Metameren und grösserer Festigkeit für dieselbe. Die Verbindung der Differenzirung und Zahlbeschränkung erscheint gegenüber der einfachen Summirung gleich grosser, gleichwerthiger, in grossen und, je grösser, um so weniger bestimmten Zahlen vorhandener Metameren als höhere Organisation. Sie verhält sich ähnlich wie die Differenzirung der ersten Elemente oder die Differenzirung der Organe ohne Rücksicht auf Metamerenbildung. Die Segmente werden wirklich durch die Differenzirung Organe des Ganzen.

Die Einrichtung der Metameren kann ausser einem Ineinandergreifen gleichartiger Thätigkeiten, mögen sie sich im Augenblicke summiren oder abwechseln, so wie das bei wesentlich gleichen Antimeren geschah, und der unabhängigen differenten Arbeit in der Differenzirung auch nützliche Zusammenstellungen verschiedenartiger mit sich bringen. So verwendet ein Insekt die verschiedenen Gliedmassen der zum Kopfe verbundenen Segmente in Verbindung theils zum Untersuchen, theils zu ineinandergreifenden Bewältigungsarbeiten gegenüber der Nahrung, zu deren Erreichung, neben anderen Leistungen, ihm vielleicht die drei Fusspaare des Thorax auch wieder differenzirt, als Grabfüsse, gewöhnliche Lauffüsse oder Tragfüsse, und Springfüsse dienen.

Der Vergleich der Metameren eines Thieres in Combination mit dem Vergleich der verwandten Thiere unter einander, diesen erläuternd und erweiternd, hat die Glanzpunkte der Zoologie gegeben in der Gliedmassentheorie für Mundwerkzeuge und Beine der Arthropoden: Insekten, Tausendfüsse, Spinnen, Krebse, und in der Wirbeltheorie der Wirbelthiere mit Ausdehnung auf den Schädel**). Man darf nur hier nicht, neueren

*) Für die Differenzirung einer primären dorsalen gegen eine primäre ventrale Zelllage in der Keimhaut, welche allerdings die allergrösste Bedeutung für die Arbeitstheilung hat, verweisen wir auf das früher Gesagte.

**) Nachdem Herr Dr. Vetter entgegengesetzter Ansicht, es hervorgehoben hat, dass ich in meinen Vorlesungen die Wirbeltheorie des Schädels als einen Glanz-

Einwendungen folgend, die Hauptsache um der Nebensachen willen bei Seite setzen. Metameren mit starker Heteronomie zeigen eben die höhern Gliederthiere und die Wirbelthiere, jene zum Theil die in der Embryonalanlage deutlichste Homonomie noch in hohem Grade zunächst im freien Larvenleben beibehaltend, erst später aufgebend bei Uebernahme der neuen, stark bestimmenden Leistungen des Geschlechtslebens, durch welche Zusammengehörigkeit homonomer und heteronomer Formen das ganze Verständniss dieser Verhältnisse sehr erleichtert worden ist.

Wenn in zahlreichen Fällen die Bildung von Antimeren sich mit der von Metameren zu in sich gegliederten symmetrischen und bis zu einem gewissen Grade doppelt symmetrischen Thieren verbindet, so nimmt doch, wenn Metamerenbildung nicht oder nur undeutlich, nicht tief eingreifend, vorhanden ist, die dann etwa vorhandene Antimerenbildung eine hervorragendere Stelle ein und kann dabei, was bei jenen nur angedeutet wurde, in grössern Zahlen auftreten. Aus solchen Formen ist von Cuvier der Typus der Radiaires, Radiata, gebildet worden und Blainville und Bronn haben in dem Namen Actinozoaria und Actinozoa der strahlenförmigen Anordnung Ausdruck gegeben. Diejenigen, welche der Eintheilung des Thierreichs nach den Klassen übergeordneten Typen anhängen, fahren fort unter diesen Benennungen Polypen und Quallen einerseits, und Stachelhäuter, Echinodermen, andrerseits, zusammenzuhalten. Schon Bronn hat nicht

---

punkt bezeichne, wiederhole ich das ausdrücklich hier und freue mich des Zeugnisses dafür, dass ich das festhielt, als es nach Huxley's Mittheilungen über die Urwirbel Einigen nützlich schien, die Schädelwirbeltheorie wegzuwerfen und sie ausser Mode kam. Das, was sich Göthe und Oken am Schafschädel auf dem Lido und am Hirschschädel im Harze aufdrängte, kommt nicht allein Jedem wieder, der einen embryonalen Säugerschädel sieht, sondern besteht die Probe. Die Urwirbel, indem sie Theilungen der Masse um die chorda darstellen, repräsentiren gar nicht die Wirbel, sondern vielmehr die Gliederung der andern sich auf die Wirbel beziehenden Theile; ihre Gränzen fallen auf die Wirbel, nicht zwischen die Wirbel; ihr Fehlen am Schädel kann die Vergleichbarkeit mit Wirbeln diesem nicht nehmen. Auch Gegenbaur hat sich neuerdings in dieser Beziehung wesentlich anders ausgedrückt als früher. Zum Einzelnen will ich hier nur bemerken, dass die Gürtelapparate des Schädels, indem sie sich ähnlich an eine aufgebogene Axe anlehnen wie ventrale Bogen am Schwanzende, Zahlen haben können, welche in der Axe selbst wenigstens nicht real in Wirbelkörpern zum Ausdruck zu kommen brauchen, so dass die Zahl der Gürtel nicht die der Körper nothwendig bestimmt. Auch ist das, was hinten am Bauche geschehen kann, am Schädel möglich, nämlich, dass mehrere einander umschliessende ventrale Bogen auf einen Körper kommen, ferner, dass Fortsetzungen der Körper selbst wie untere Dornen erscheinen. Ich rechne die Körper mit dem zugleich die oberen Seitenstücke repräsentirenden Siebbeine, die untern Bögen mit den Nasenbeinen abschliessend. Will man den Vomer für einen Wirbelkörper rechnen, so ist er doch ein so umgewandelter, dass er die Eigenschaften eines solchen ebensowenig wie die Lage hat. Wir kommen später auf diesen Punkt zurück.

verkannt, dass solche Radiaten aus ihrer „Ooidgrundform" häufig zum „Hemisphenoid" hinneigen, und er hätte hinzusetzen können zum Sphenoid, das heisst, dass sie symmetrisch werden in Bevorzugung gewisser Seiten und ebenfalls eine Längsaxe bevorzugt ausbilden können, welche dazu auch der queren Gliederung fähig ist.

Fig. 31.

Geryonia (Leuckartia) umbella Häckel, aus Nizza; natürliche Grösse.
a. Magenstiel. b. Mund. c. Fangfäden. d. Interradiäre kleine Fäden. e. Radiäre Gefässe. f. Centripetale Gefässe.

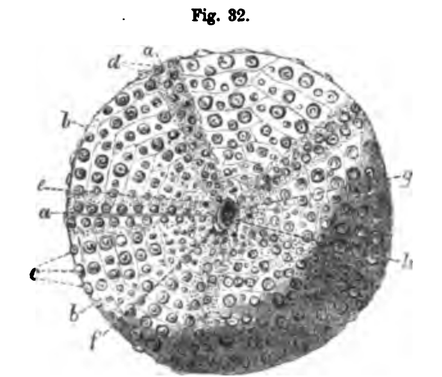
Wenn wir aus dieser Gruppe etwa eine Qualle als Beispiel nehmen, und zwar eine solche, bei welcher vier Regionen, wie das sehr gewöhnlich ist, mit Hauptgefässen, Geschlechts-Einrichtungen u. s. w. bedacht sind, oder für grössere Zahlen doch die Vierzahl bestimmend ist, so entspricht eine solche einem Abschnitt, einer Metamere eines Thieres mit dorsoventraler und bilateraler Symmetrie in der Ausführung, dass alle vier Richtungen gleich behandelt sind. Der einzige Gegensatz ist also nur der Mangel der Metamerenbildung. Im Vergleich mit der einzelnen Metamere haben wir nur einen Spezialfall. Indem wir bei Fischwirbeln die Möglichkeit der Ausbildung von Fortsätzen in mehr Richtungen haben, so dass untere Bögen, Querfortsätze und Rippenträger von verschiedenen Stellen aus angelegt werden können, vertritt auch, wenn wir bei Polypen und Quallen eine grössere Zahl, sechs bestimmende Entwicklungsrichtungen oder in der Ausführung Multipla der Vierzahl oder Sechszahl finden, dieses kein neues Prinzip. Für die Betonung des Radiären in dem Bau solcher Thiere ist wohl sehr entscheidend gewesen, dass bei den Echinodermen die gleich entwickelten Richtungen und die Antimeren fast immer in der ungraden Fünfzahl stehn, welche allerdings noch symmetrisch zu theilen reichlich versucht wurde.

In einzelnen Fällen tritt bei solchen radiären Thieren die Längsachse ausserordentlich zurück, sie wird sehr kurz. Sie kann auch ohne das jeder

Spur von Metamerenbildung entbehren. Denkt man sich aber z. B. bei einem regulären Seeigel eine Linie vom Munde zum After am Scheitel als Längsachse, so kann man die animale Sphäre durch eine Anzahl von Flächen senkrecht auf diese Achse mehr oder weniger gut in Scheiben theilen, welche wesentlich gleichwerthig an Platten, Füsschen, diese speisenden Ampullen, Abschnitten von Nerven und Gefässen sind und ebenso gut als Metameren behandelt werden können wie die Stücke der Wirbelthiere und Gliederthiere. Nur ist uns eine solche Theilung nicht so nahe gelegt.

Häckel hat dieser Vergleichbarkeit zwischen Echinodermen und deutlicher metamerischen Thieren und zugleich der Symmetrie jeder Antimere der Echinodermen wieder in sich, endlich auch der Art des Wachsthums dieser Antimeren, einen sehr starken Ausdruck gegeben, indem er ein einzelnes Echinoderm als eine Colonie von Würmern bezeichnete, jedes Antimer der Echinodermen also einem ganzen gegliederten Wurme gleichstellte. In der Hauptsache muss man das so verstehn, dass auch dem aktinozoischen Prinzip das metamerische sich verbinde, aber man darf darum die Weise, wie die Individualität auftritt, nicht ganz bei Seite setzen. Auch zeigen die Nähte der Ambulakren und Interambulakren, indem sie nach rechts und links zackig greifen, und die Stellungen der Stachelhöcker, dass die Radien in sich gar nicht genau bilateral symmetrisch sind.

Fig. 32.



Echinocidaris nigra Agassiz aus Valparaiso; natürliche Grösse; die Schale ist der Oberhaut und der Stacheln beraubt und zeigt sich vom Rücken. a. Ambulakrale Felder. b. Interambulakrale Felder. c. Höcker, auf welchen Stacheln gesessen haben. d. Ambulakrale Porendoppelreihen für die Wassergefässästchen zu den Füsschen. e. Madreporenplatte mit vorliegendem Genitalporus, die Reihe der interambulakralen Platten gegen den Afterhof abschliessend. f. Eine der gewöhnlichen Genitalplatten mit Porus. g. Afterhof. h. Eine der fünf Ozellarplatten, welche die Reihe der ambulakralen Platten gegen den Afterhof abschliessen.

Auch in andern Fällen lassen Aktinozoa die metamerische Gliederung erkennen. Wenn im Wachsthum der Polypen neue Tentakelkronen entstehn, charakterisirt sich das als eine Bildung wesentlich gleichartiger Folgestücke, indem es vermittelt wird durch die Gliederung einer Quallenamme, Strobila*), in mit Tentakelkronen versehene Stücke, deren Gleichwerthigkeit deutlicher, deren Eigenschaft als Metameren aber weniger bestimmt ist, weil sie in Auflösung des Zusammenhanges eine Fortpflanzungsweise bezeichnen, während bei den eigentlichen Polypen die neuen Tentakelreihen Organe bleiben.

---

*) Siehe Fig. 45 im zweiten Theil des Buches.

Zu ähnlichen Betrachtungen giebt die Wiederholung der Wimperplättchen auf den Meridianen der Rippenquallen Anlass*).

Auch die Bevorzugung der Entwicklung nach zwei Richtungen, welche aus dem aktinozoischen Prinzip das symmetrische entstehen lässt, tritt sehr stark bei gewissen Rippenquallen, namentlich dem Venusgürtel, geringer bei einigen Schirmquallen auf.

Der aktinozoische Bau ist demnach in keinem prinzipiellen Gegensatz mit dem symmetrischen oder dem metamerischen und geht im Thierreich in jenen über, wie er sich mit diesem zu verbinden vermag. Durch eine stärkere Betonung desselben sind gewisse Thierformen von auch sonst besonderen Eigenschaften ausgezeichnet, aber er beschränkt sich weder auf diese, noch kommt er in ihnen mit Ausschluss des anderen Prinzips zur Geltung.

Die Anordnung thierischer Körper nach der Folge oder der Nebeneinanderlegung gleichwerthiger Stücke, zunächst trennbar nur in der Auffassung, zeigt generell und speziell eine so grosse Mannigfaltigkeit unter sonst gleichartigen Verhältnissen, dass die Verbindung an sich und die Zahl der verbundenen Glieder einen weniger wesentlichen Charakter bildet als die Gestaltung des einzelnen Gliedes oder Theiles, in dem Sinne, wie man sie mit Organisation bezeichnet. Wir finden Eintreten der Gliederung und Veränderung oder Verschiedenheit in Zahl der Glieder häufig ohne einen weitgreifenden Einfluss auf die Organisation, sowohl in der Entwicklung des Einzelnen, sei es im anfänglichen und verborgenen, in den Funktionen einfacheren, embryonalen Leben, sei es noch fortdauernd in der freien Existenz, zum Beispiel mancher Anneliden, welche vielleicht ihr ganzes Leben lang die Zahl ihrer Leibesringe vermehren, als im Vergleiche der neben einander Stehenden. Das trifft wie Metameren, so auch Antimeren, bei welchen es uns mehr auffällt, wenn deren Zahl z. B. bei Seesternen sogar innerhalb der Art schwankt, welche aber auch nach einander entstehen können, bei Echinodermen überhaupt, oder sich in sich theilen und so eine weitere Gliederung bilden können, bei Quallen.

Diese Zahlenungleichheiten und Vermehrungen, möglicher Weise vom Einfachen an, zwingen uns, die Abschnitte für sich zu betrachten und sie, auch wo sie niemals sich aus der einmal hergestellten Verbindung zu selbstständigem Leben auslösen können, doch in gewissen Beziehungen für sich zu stellen. Wenn Vermehrung der Segmentzahl und Gliederung des ursprünglich Einfachen, mit Rücksicht darauf, dass eine Auflösung des Zusammenhangs nicht geschieht, als Wachsthum auftritt, so ist sie von diesem Standpunkt aus Fortpflanzung.

Eine Reihe von Fällen mag illustriren, wie sehr vermittelt in dieser

---

*) Siehe Fig. 49.

Beziehung Bildung von Theilstücken an einheitlichen Individuen, Bildung von Thierstöcken und verschiedne Weisen von Vermehrung dastehn.

1. Aus der gegebnen Masse eines Wirbelthierdotters bildet sich eine Zelllage oder Keimhaut und in dieser kommt ein symmetrischer Streifen, der sogenannte Primitivstreifen, zu hervorragender Ausbildung. In diesen legt sich die Zellenreihe der chorda an und, nachdem die Embryonalanlage bis dahin einheitlich war, gliedert sie sich von der Mitte anfangend gegen die Enden hin in der Achse zu den sogenannten Urwirbeln. Es beherrscht diese Gliederung mit Metamerenbildung und doppelter Symmetrie weiter die Peripherie des animalen Blattes. Das Bildungsmaterial des Eis wird verbraucht und die gebildeten gleichwerthigen Theile bleiben zeitlebens im Wesentlichen in gleicher Weise gegliedert verbunden. Die Nothwendigkeit des Verbandes zu einer Person ist das Herrschende. Höchstens in einer Verschleppung der embryonalen Entwicklung in das weitere Leben erscheinen normal noch Vervollständigungen der Gliederung am Hinterende. Nach Verlusten können die Neubildungen, wenn auch mit weniger vollständiger Gliederung, energischer auftreten, im Schwanze der Eidechsen und Salamander.

2. Aus dem Dotter eines Polypen entwickelt sich ein Haufen von Wimperzellen, ein wimpernder Embryo, eine Planula. Nach kurzem Schwimmen setzt dieser sich fest, bildet sich in einen kleinen Polypen um, die Antimerenbildung in den Tentakeln und Kammerscheidewänden, den septa, pali und costae der Kalkablagerungen vertretend, sammelt neues Bildungsmaterial, häuft solches in seinem Körper über dessen Nothdurft hinaus in Wachsthum an und bildet aus der so gewonnenen Masse Theilstücke in Form von Knospen aus, welche, erst nur Haufen indifferenzirter Ektoderm- und Endodermzellen, allmählich zur Polypenform heranreifen und wie die Theile im ersten Beispiele zeitlebens im Verbande bleiben. Es lässt sich jedoch nur in Ausnahmsfällen im Stockaufbau etwas der lineären Anordnung der Metameren Entsprechendes finden; die Nothwendigkeit des Verbandes ist nicht so gross, dass nicht ein Stück weggenommen werden und eins das andre überleben könnte; jedes erhält seinen Mund oder sichert doch sonst sein individuelles Hervortreten; die Zahlenvermehrung geht voran; die Erreichung gewisser Zahlen ist weder Bedürfniss noch Abschluss.

3. Bei Hydra lösen sich auf eben solche Weise wie bei gewöhnlichen Polypen gebildete Knospen von dem Stammthiere, der Amme, auf welchem sie entstanden sind, ab, wenn sie für ein eignes Leben hinreichend ausgestattet sind, manchmal erst, nachdem sie an sich selbst wieder Knospen haben entstehen lassen. Die den Stock zusammensetzenden Individuen werden reale Personen, selbstständige Bionten.

4. Aus dem Ei einer akraspeden Meduse entwickelt sich ein dem jungen Polypen ähnliches Wesen, ein Scyphistoma, es gliedert sich in der

Längsachse und bildet ein Tannenzapfen ähnliches Wesen, eine Strobila. Von diesem lösen sich nacheinander Scheiben ab, Ephyren, und vollenden nachher ihren Bau zu Quallen.

5. Bei den meisten Echinodermen entwickelt sich aus dem Ei eine pelagisch schwimmende symmetrische Larve mit Mund und After. In der Umgegend der Magenwand dieser Larve entsteht in der animalen Schicht ausknospend, erst ein Antimer des spätern Lebens und es folgen die übrigen nach einander. Die peripherischen, symmetrischen Theile der Larve fallen ab und der Rest wird durch die Gemeinschaft jener Antimeren umwachsen. Die Gestalt der Person wird, durch die Vertauschung der ersten animalen Schicht gegen eine zweite, aus der symmetrischen radiär; man muss die Person in der einzelnen Antimere ebenso bestimmt vertreten erachten als später in der letztere vollständig unterordnenden Zusammenstellung, in welcher es bald nicht mehr möglich ist, den einzelnen Abschnitt nach seiner Entwicklung als den jüngeren oder älteren zu unterscheiden. In gewissen Fällen, bei Seesternen, Schlangensternen ist ein Nachwachsen conformer Antimeren auch in späterem Alter noch möglich.

6. Der Embryo eines Blasenbandwurms entwickelt sich zu einer Blase, auf deren Wand sich eine oder mehrere Knospen erheben und zu Bandwurmköpfen ausbilden, wobei die antimerische Entwicklung durch eine Anzahl Saugnäpfe und, mit andern Zahlen, durch zu Kränzen geordnete Haken vertreten ist. Der Theil zwischen den Köpfen und der Blase, der Hals, wächst und gliedert sich nach Ablösung von der Blase oder schon im Zusammenhange mit derselben metamerisch, ähnlich der Strobila der akraspeden Quallen. Die so entstandenen Glieder, Proglottiden, bald äusserst sparsam, bald sehr zahlreich, die Geschlechtsorgane zwittrig und zuweilen, bei Taenia cucumerina, sogar doppeltzwittrig in sich ausbildend, lösen sich bei der Taenia proglottidea des Huhns ganz bald vom Stamme ab, meist aber erst, nachdem das Geschlechtsleben bis zur Fertigstellung der Eier gediehen und sie selbst so ziemlich dazu heruntergesunken sind, nur noch Kapseln für die in Schalen eingeschlossenen sechshakigen Embryonen zu bilden. Wachsthum und Vermehrung werden, wie durch den ganzen Vorgang, so innerhalb der hierher gehörigen Fälle durch die Ungleichheit der Personalbedeutung der Proglottiden in auffälliger Weise vermittelt.

7. Aus dem Ei einer geschlechtlich entwickelten Kettensalpe geht eine geschlechtslose Salpe, eine Amme, hervor. Der sogenannte Keimstock dieser gliedert sich zu einer Kette neben einander geordneter Stücke, welche wieder Geschlechtssalpen werden. Partieenweise lösen sich diese vom Stammthiere und von einander, endlich bis zur Vereinzelung, und zuletzt bilden die einzelnen nur noch eine schlaffe lebensarme Umhüllung der aus ihrem einzigen Ei hervorgehenden, embryonalen neuen Amme. Diese kann man als einen in der Entwicklung vorauseilenden, übereilt abgeschlossenen, deshalb

geschlechtlich unfähigen Abschnitt der an ihr sich später gliedernden Kette, des ihr als Organ zugetheilten Keimstocks betrachten. Dann wäre ein Theilstück zunächst als ein Thier für sich erschienen, die anderen hätten sich nachgebildet; durch die individuelle Organisation und das Ablösen erschienen letztere als selbstständige Personen, das Ganze wäre ein Stock, eine Vereinigung, später eine Generationsfolge verschiedener Organisationen. Gäbe es Salpen in geschlossenen Ringen, andere in wirklich linearer Folge, so würde man jene Anordnung als antimerische dieser als metamerische entgegensetzen können. Es scheint aber richtiger in der Salpenkette immer eine Spirale zu sehn, welche bei Salpa pinnata ganz kurz gewunden die abgebrochnen Stücke kreisförmig geordnet erscheinen lässt, während sie in der Regel sehr lang gezogen eine wechselnde Anordnung der Individuen nach rechts und links giebt.

8. Aus dem Ei einer Annelide, z. B. einer Syllis, entwickelt sich ein Wurmlarve mit sparsamer Gliederung. Der Wurm vermehrt seine Gliederzahl und zwar von einer gewissen Zeit ab wesentlich partieenweise vor dem letzten Glied und unter jedesmaliger Ausbildung des vordersten Stücke eines Gliederschubes zum Kopfsegment. Dann werden solche Partieen abgestossen, das Abgestossene und der Stammrest, jedes gegliedert, sind beide für sich lebensfähig; meist wird nur jenes geschlechtsthätig und entwickelt eine entsprechende besondere, höhere Organisation. Keins von Beiden kann sich in die einzelnen Abschnitte auflösen; im Vergleich zur Salpe und zum Bandwurm ist also bei der Annelide ein Zusammenbleiben einer Anzahl von Theilstücken nöthig; die vom Thierstocke abgelöste Person ist immer noch gegliedert.

Aus den gewählten Fällen ersehen wir, wie Theilstücke in der Bedeutung als ideale, fakultative, reale Bionten hin- und hergeschoben werden wie ihre Bildung bald etwas Primäres, bald etwas Sekundäres ist; wie sie bald im Ei erreicht und abgeschlossen wird, so früh als irgend ein anderer Theil der Organisation, bald für das freie Leben fortdauert, oder gar erst in diesem eintritt; wie bei derselben bald in sich gegliederte Personen zu einheitlichem Leben kommen, bald das einzelne Stück früher oder später selbstständig wird; wie der Leibesabschnitt theils gänzlich untergeordnet ist der Einheitlichkeit des Ganzen, theils der Freiheit geniesst für die Zahlen theils für die Möglichkeit der Ablösung und das in verschiedenster Weise wie sich diese Auflösung mit der Vereinigung ausser in den morphischen so auch in den physiologischen Gegensatz der Leistungen, Generationswechsel setzen kann.

Wir sehen ferner, dass die Anordnung der verschiedenwerthigen Theilstücke in Metameren und Antimeren zwar sehr gewöhnlich ist und förderliche Verhältnisse für die Arbeit darstellt, letzteres namentlich d der Antimeren nach der Symmetrie, in beschränkten Zahlen und mit übe

wiegender Entwicklung der Längsachse, für die Ortsbewegung. Es kann aber auch eine unregelmässige oder doch nicht einfach oder nicht klar nach der Sonderung des Prinzips der Antimeren und Metameren hergestellte Anordnung der Theilstücke vorkommen, bei Salpen, wie oben geschildert, bei Seefedern*), bei welchen die Gliederung der Nebenzweige durch die Polypen sehr deutlich, die des Hauptstammes nur ideal gegeben ist und in mannigfaltigen Modifikationen für Korallen, Siphonophoren, Bryozoen. Der Haupteffekt solcher weniger regelmässiger Zusammenordnung ist in der Ernährung zu suchen; sie geht über in die Anordnung zusammengesetzter Schwämme, bei welcher die Gränzen der Theilstücke sich mehr und mehr verwischen. Die Unregelmässigkeit der Anordnung der Theilstücke an sich macht auch hier mehr geneigt, die Theile als Individuen zu betrachten, obwohl eine scharfe Auslösung nicht angeht, weil für das Ganze die Analogie der einheitlich beherrschten, regelmässig gegliederten Thiere fortfällt. Es gesellt sich aber unregelmässiger Anordnung Verbundener am häufigsten die mehrfache Vertretung der Mundöffnung schon während der Verbindung und verstärkt die Neigung zur Unterscheidung der einzelnen Theile als von Individuen.

Nach allem diesem sollte der Gliederung von Thieren an sich, insofern sie keine klar abgeschlossene Eigenschaft ist, vielmehr mit der Vervielfältigung, wie diese sich aus dem Wachsthum entwickelt, vielfach verbunden, auch in der Ausführung bei sonst sehr Aehnlichen sehr ungleich ist bis zur Unvollkommenheit, und in diesem Falle ohne Werth für die Differenzirung, auch die Besonderheit ihrer vorzüglichsten Modifikationen sekundär ist, endlich sie in den einzelnen Organen ungleichzahlig und ungleichgradig erscheinen kann, für die Eintheilung der Thiere, d. h. als eines Mittels dieselben zu beschreiben, keine so eminente Bedeutung beigelegt werden als der Organisation der etwaigen Theilstücke oder des Ganzen und die Bildung von Typen daraufhin über den Klassen hat keinen grossen Werth. Das wird allerdings anders für die Anordnung an zweiter Stelle, weil die Organisation auf der im Einfachen gegebenen Grundlage eben durch die Gliederung der Erhebung besonders fähig wird, theils bei Gleichheit der Theilstücke durch das Zusammenarbeiten und den Wechsel in der Bewegung, theils weil die Gliederung neue Mittel zur Differenzirung bietet, und so die Bildung und Gestaltung der Theilstücke zahlreiche und wirksame Anhaltspunkte für die Beschreibung liefert.

*) Siehe Fig. 48 im zweiten Theile des Buches.

Drittes Buch.

Eintheilung und Abgränzung des Thierreichs.

Die Lehre von der Art.

Zeit vor Darwin.

Bevor wir untersuchen, welche Aehnlichkeiten für die verschiedenen Thiergestalten in Anwesenheit und Beschaffenheit der Organe gewisser Leistungsfähigkeit oder in Anordnung der Theile sich finden, müssen wir prüfen, ob es für die Eigenschaften eine solche Beständigkeit giebt, dass man auf die Gemeinschaft derselben für eine Gruppe Zusammenlebender und Aufeinanderfolgender Vergleiche von dauerndem Werthe bilden kann. Wir müssen mit andern Worten vor der Systematik auf Grundlage der Art die Frage von der Art und Artbeständigkeit besprechen.

Wenn wir diesen Stoff in „Zeit vor Darwin" und „Darwin und unsere Zeit" eintheilten, so sollte das nicht hindern, dass einiges nach 1858 Geschehene in die erste Periode aufgenommen würde, wenn es mit der Darwin'schen Periode nicht in innigerem Zusammenhang stand als mit dem vorher zu Besprechenden. Das neue Prinzip soll die Eintheilung mehr beherrschen als die Jahreszahl.

Es ist um so nothwendiger, die Frage von der Artbeständigkeit in ihren letzten Grundlagen zu untersuchen, als sie, zum Theil in Verknüpfung mit nicht nothwendig in die Betrachtung Gehörigem, der Angelpunkt einer sehr lebhaften wissenschaftlichen Debatte geworden ist, wobei die besondere Natur der Verhältnisse es begünstigt, dass die Behandlung einen dogmatischen Charakter annehme.

Als wir über die Vorgänge sprachen, aus welchen sich der Begriff Leben zusammensetze, haben wir für die Ernährung begehrt, dass sie zur Erhaltung des Bestehenden Geeignetes beschaffe, und für die Fortpflanzung die Uebertragung gleicher Eigenschaften von den Eltern auf die Nachkommen. Wir betonten, dass der Begriff Leben aus einer grossen Zahl

von Erfahrungen hergestellt worden ist, welche ihn einzeln nicht nothwendig ganz enthalten. So ist es auch für jene Postulate. Statt der Erhaltung im gleichen Stande kann Massenzunahme und kann Rückschritt stattfinden. Veränderung in den Qualitäten, im Wechsel des Ausgebens und Empfangens ist eine viel bezeichnendere Eigenschaft des Lebenden als das sich gleich Bleiben. Bei genauer Betrachtung findet sich von Letzterem nur ein oberflächlicher Schein, es ist höchstens annähernd vorhanden. Auch lassen wir uns trotz jenes Postulats im Einzelfalle für den Begriff des Lebens nicht einmal durch die auffälligen Metamorphosen des Lebenden stören.

Wie das Einzelleben Wechselzustände bietet, so sehen wir uns auch gezwungen, für das zweite Postulat uns dem anzupassen, dass bei der Vererbung ganz bestimmte Wechselverhältnisse stattfinden. Alles das wird durch eine abstrakte Identität zusammengehalten. Wir sahen vor der Hand das sich im Wachsthum Wandelnde, das in Pleomorphismus Verschiedene, das im Generationswechsel sich Scheidende an, als kehre es immer wieder zum alten Bilde zurück oder sei ein integrirender Theil eines bestimmten Bildes.

Demnach, wenn man überhaupt ausspricht, dass Thiere ihre körperliche Erscheinung und ihre anderen Leistungen bewahren und vererben, werden dabei die Einschränkungen angewandt, welche aus der Nothwendigkeit erwachsen, für den Vollbegriff, je nachdem, verschiedene einander Folgende und neben einander Stehende zusammenzunehmen und doch alles in ihm Enthaltene, wenn auch zum Theil latent, im Einzelnen enthalten zu erachten. Wir sehen die Identität in der Vererbung ebensowenig dadurch gestört an, dass von einem weiblichen Thier ein männliches oder dass von einer Fliege eine Made geboren wird, als dadurch, dass die Salpa africana zuerst die Salpa maxima und dass ein Hydroidpolyp eine kraspedote Meduse liefert.

Nehmen wir die Identität mit dieser Beschränkung, so ergiebt sie sich für eine Anzahl nebeneinander Lebender und aus einander Hervorgegangener, welche wirklich Glieder einer Familie sind und das wäre das Gesetz der Vererbung. Es giebt weiter grosse Mengen von Thieren, welche einander so ähnlich sehen, dass wir nach den Erfahrungen über die Uebereinstimmung und den möglichen Grad von Verschiedenheit von einander Abstammender für sie keinen Einwand gegen die Annahme einer wirklichen Familienverwandtschaft haben würden. Untersuchen wir die Aehnlichkeiten der nachweislich genetisch Verbundenen und der einander in ebenso hohem Grade Gleichenden genau, so ergiebt sich, ganz abgesehen von dem Postulate etwaiger Ergänzung, dass in keinerlei Fall eine Identität zweier Individuen vorliegt. Wie man zu sagen pflegt, ähnlich wie ein Ei dem andern, so könnte man grade die Eier als Beispiele beständiger Verschiedenheit benutzen. Jede Eigenschaft, welche man an solchen Verwandten oder an Aehnlichen prüft, findet man veränderlich. Nur, indem wir einmal die Be-

schreibungen unvollständig und ungenau machen, dann durch Einsetzen von Mittelgliedern eine Continuität zwischen dem Ungleichen herstellen, vermögen wir, den Differenzen die Schärfe zu nehmen, eine Abstraktion, unter welche wir eine Menge ähnlich Gestalteter unterbringen, zu bilden und diese im Einzelnen repräsentirt zu denken.

Der auf diese Weise hergestellte Artbegriff verhält sich zu den Individuen, welche man ihm unterstellt, wie ein Bild in bequemer Sehweite zu einem in zu grossem Abstande, dessen Punkte Zerstreuungskreise bilden. So fallen die einzelnen Eigenschaften der Individuen in Kreise, welche wir als Punkte vorstellen, und so decken wir alle die Summen nicht genau gleicher Eigenschaften mit einem Ausdruck.

Die Zusammenfassung der im Allgemeinen ähnlichen Individuen, oder wie man meinte, der gleichen, da man überall über kleine Abweichungen hatte wegsehn müssen, mit Collektivbegriffen ist ein so dringendes Bedürfniss, dass wir annehmen dürfen, sie sei ziemlich so alt als die Sprache. Ueber das Nächste hinaus haben die Laien von Alters her Klassifikationen gemacht, welche, meist auf Oberflächliches oder Einseitiges begründet, mit dem, was später wissenschaftliche Forschung begehrte, wenig gemein hatten. So bildete der Volksmund englisch crayfish, starfish, cuttlefish, shellfish, deutsch Buttervogel und Sommervöglein; ebenso auf die dem Laien zuerst imponirenden äusseren Lebensbedingungen noch Plinius seine Terrestria, Volatilia, Aquatilia, welche dann anderthalb Jahrtausende aushielten; so behauptete die auf eine sehr äusserliche Eigenschaft begründete Klasse der Quadrupedia zweitausend Jahre ihre Stelle.

Man hat angenommen, die untersten der jetzt geläufigen Eintheilungsbegriffe, Art und Gattung, lägen in dem *εἶδος* und dem *γένος* des Aristoteles. Bei diesem bedeutet jedoch *γένος* einmal ein Reich im Sinne jetziger Eintheilung, das der Pflanzen; ein anderes Mal eine Klasse, die der Vierfüsser; im dritten Falle eine Ordnung, Familie oder Gattung, je nachdem man die Einhufer annehmen will; an vierter Stelle die Art, indem Pferde einer Seits und Esel andrerseits *ὁμογενῆ* heissen; an fünfter endlich die geringste Unterabtheilung, die Sorte, bei den Badeschwämmen. In der Regel ist *γένος* bei Aristoteles eine weiter nicht bestimmte Zusammenfassung und der Autor ordnet selbst die des einen Falls der des andern unter. Ebenso bezeichnet *εἶδος* nicht nur die Art, sondern auch Uebergeordnetes, Gattung, Familie, Ordnung im Sinne heutiger Zoologie. Meist zwar findet man *εἶδος* als den untergeordneten, *γένος* als den übergeordneten Begriff; jenes bezeichnet mehr das Reale, die Repräsentation, dieses das Abstrakte; es kann jedoch ein *γένος* innerhalb eines *εἶδος* erscheinen. Ohnehin geschehen bei Aristoteles die Zusammenstellungen nach allen Richtungen auf ein gerade betrachtetes Merkmal, so *τετράποδα*, *μώνυχα*, *διχαλά*, *κερατόφορα*. Sie bildeten deshalb kein regelmässiges System und man kann sich

bei Aristoteles kaum nach Titeln für Klassifikation umsehn. Wo es aber bei ihm Klassifikation giebt und Titel dafür auftreten sollten, da ist γένος die Abtheilung überhaupt, deren Werth erst vom Beiwort abhängt. So sagt Aristoteles, dass man im Stande sei, unter den Blutthieren, den ἔναιμα, γένη μέγιστα, Hauptabtheilungen, Klassen von heute zu bilden; dass es angehe, Vögel, Fische und Wale in diesem Sinne zu betrachten; dass dagegen die Vierfüsser nicht eine so grosse Gemeinsamkeit der Eigenschaften besitzen, dass man sie zu einem γένος μέγιστον verbinden könne. In diesen ständen vielmehr unbenannte Gruppen für sich, wie Mensch, Lebendgebärende, Eierleger, innerhalb welcher wieder noch kleinere Abtheilungen, z. B. Schweifträger, λόφουρα, zusammengefasst werden. Die γένη μέγιστα der ἄναιμα sind Schalthiere, Weichschaler, Weichthiere, Kerbthiere.

Wie der jonische Philosoph Anaximander Fische, Reptile, Säuger als Vorgänger des Menschen ansah, so ist auch bei Aristoteles eine philosophische Behandlung der thierischen Eigenschaften deutlich, als sei das Eine aus dem Andern hervorgegangen, genetisch mit ihm verbunden. Aristoteles sagt, dass bei Thieren eine Veränderung an einem kleinen Organe augenblicklich grosse in der ganzen Körperbeschaffenheit mit sich bringe; dass zum Beispiel Verschnittene in die weibliche Natur umschlagen, dass die Geschlechtsbildung auf der Grössenentwicklung eines ursprünglich winzigen Theilchens beruhe; dass ebenso ein Thier fusstragend oder Wasserthier werde durch Wandlung in kleinen Theilen, ἐν μικροῖς μορίοις γινομένης τῆς μεταβολῆς. Sah man doch fortwährend Thiere in der Entwicklung zu ihren Eigenschaften kommen und erkannte das Gemeinsame im Verschiedenen. Es ist hier nicht mehr als etwa zweitausend Jahre später bei Goethe die philosophische Auffassung der Aehnlichkeiten zum Dogma einer Lehre realer Descendenz geworden. Viel mehr hängt, wenn Aristoteles von περιγραφαῖ, Vorzeichnungen der Thiere vor Vollendung des Baus, redet, das mit seiner Art Teleologie zusammen. Der Bauplan ist ein Gedachtes. Das Einfachere, wie in Abstraktion gefunden, wird ebenso dem Schöpfungsgedanken zu Grunde gelegt; ist nur ideale, nicht reale Wurzel des Geschaffenen.

Aristoteles hat bereits für die engere Zusammengehörigkeit sich der Fortpflanzungsergebnisse bedient. Diese mögen überhaupt den Laien Ausgangspunkt für Zusammenstellung gewesen sein vor der Aehnlichkeit, so dass die letztere aus der Verknüpfung mit jenen ihre Bedeutung erhielt. Das hinderte nicht, dass dem Aristoteles und seinen Nachfolgern der Bastard mit seinen Eigenschaften, also das Maulthier, in der stofflichen Behandlung denselben Werth hatte, wie die Arten, Pferd und Esel, dass es ganz wie diese zur Ableitung von Betrachtungen diente.

Bei den Römern fasste das genus, wie es die Familie im weitern Sinne, das Geschlecht, begriff, so das zusammen, was wegen der Aehnlichkeit als

durch Entstehung zusammengehörig angesehn werden konnte. Die höheren Kategorieen des Plinius entsprachen nicht entfernt den jetzigen Anforderungen.

Erst das sechszehnte Jahrhundert bestimmte und unterschied schärfer Gattung und Art. 1551 sagte Conrad Gessner, einer der Regeneratoren der Zoologie im aristotelischen Sinne, man könne Arten in Gattungen vereinigen und letztere in Klassen, und 1583 verlangte Andreas Cesalpini, dass für Aufstellung von genera und species wesentliche und konstante Merkmale benutzt würden. Was wesentlich sei, ist immer diskretionärer Entscheidung unterworfen, aber die Meinung, dass einige Eigenschaften konstant seien, andere weniger, und die Verwendung jener für die Spezifikation um ihrer Beständigkeit willen war damit eingeführt.

Um die Mitte des siebzehnten Jahrhunderts war die Anwendung dieser Eintheilungsbegriffe noch sehr unsicher. Man findet bei Johnston: der amerikanische Bison, Butro, gehöre zum genus Bison, der libysche Steinbock zum genus Ibex, der Bonasus zwischen Medien und Päonien, vielleicht der Bison des Kaukasus, sei eine species Ochs, der Mufflon, aries mormorus, eine species Widder; es müsse über die Wildziegen in genere et in specie gehandelt werden, über die Testacea in genere und über die Turbinata in genere et specie. Derselbe spricht aber auch von den verschiedenen genera der Elephanten nach den Lokalitäten. Trotz Studiums des Aristoteles haben die Schriften dieser Zeit eine von den aristotelischen sehr verschiedene Methode. Bei der Darstellung des Materials handelt es sich viel mehr um die differentiae als um die Aehnlichkeiten und Kategorieen. Letztere werden wie ohne Schärfe, so ohne geregelte Bezeichnung gebildet. Wie in genere: im Allgemeinen, in specie: im Besondern, so ist das genus nur das Weitere.

Auf die Qualität der Differenzen legte ausdrücklichern Werth auch Joachim Jung, indem er die differentiae accidentales, welche den Gegensatz zu den konstanten bilden, für unfähig erklärte, eine Unterscheidung von species zu begründen. 1667 wollte Adrianus Spigelius nach mehr allgemeiner Aehnlichkeit die Gattung als species media aufstellen.

Nach und nach wurde die species, die Art, mehr als das genus ein mit einem bestimmten Werth verbundener Begriff, die Grundlage der Betrachtung. Ray, 1628-1705, welchem Linné wesentlich die wissenschaftlichen Grundlagen des wenige Jahrzehnte später errichteten Systems verdankte, stellte allerdings Gattungen und Arten auf, aber der Begriff des genus blieb ihm ebenso unbestimmt als dem Aristoteles. Die Abstammung war ihm das einzig sichere über den Geschlechtsdimorphismus weghelfende Merkmal der Art. „Wenn Formen der species nach verschieden sind, diese behalten ihre verschiedene Natur und entstehen eine nicht aus der andern.“ Diese Artbeständigkeit war ihm jedoch nicht ganz unerschütterlich oder

ewig: „einige Samen weichen von der Art ab, degeneriren und erzeugen Pflanzen einer verschiedenen species, wenn auch selten.

1719 gab der französische Botaniker Tournefort die Definition: „Arten lassen sich durch ein besonderes Merkmal von den anderen Arten derselben Gattung unterscheiden, innerhalb dieser werden sie durch die Aehnlichkeit zusammengehalten". Wir sind heute für die Zusammenordnung ohne Rücksicht auf nachweisbare Stammesverwandtschaft auf demselben Punkte. Das besondere Merkmal macht die Art; es wird verlangt, dass die Vermittlung fehle, also machen für Tournefort wie für uns die Lücken die Art. Ein fest Bestimmendes für die Stellung der übergeordneten Begriffe fehlte Tournefort wie uns.

Für die Benennung der einzelnen Arten finden wir den Anfang einer Entwicklung aus dem, was sich die Laiensprache nach auffälligen Eigenschaften oder, ohne dass wir die Motive kennen, gebildet hatte, zu dem bestimmten und einfachen Modus unsrer heutigen wissenschaftlichen Sprache schon im sechszehnten und siebzehnten Jahrhundert, indem den bekannten Artnamen die für den einzelnen Fall geltenden differentiae in Relativsätzen, abgekürzten Sätzen und Adjektivwörtern beigefügt wurden, z. B. Capra auris demissis, Ziege mit Hängeohren, Merula aequatica, Wasseramsel, Astacus major, grosser Krebs. Die zusammengesetzte Benennung war nicht unerlässlich; manchmal wurde eine vereinzelte Art nur mit dem Substantiv bezeichnet, Rupicapra, Gemse, ein anderes Mal auch mit zwei Namen, Dama vulgaris. So enthielt anfänglich diese Benennungsmethode noch nicht den Anfang des Systems in sich und blieb auch unregelmässig.

C. v. Linné, 1707—1778, stand Anfangs ganz in dieser Methode; er gab manchmal einfache Namen, manchmal doppelte, diese manchmal einfach adjektivisch, andere Male mit Reihen von Attributen oder verkürzten Sätzen durchgeführt; z. B.: Vespertilio cauda nulla; Erinaceus spinosus vix auriculatus. Er bekämpfte sogar anfänglich die glatten Doppelnamen, welche 1690 Bachmann vorgeschlagen hatte. Aber rasch entwickelte er aus den unregelmässigen Anfängen lateinischer Terminologie, wenn möglich begleitet von schwedischen Benennungen, die Vorschrift, jedem thierischen oder pflanzlichen Organismus einen Gattungsnamen und einen Artsnamen zu geben.

Diese beiden Namen zusammen bilden die Ueberschrift der festgestellten Beschreibung, sie repräsentiren diese. Sie geben zugleich den Nachweis der nächsten verwandtschaftlichen Beziehung, wenn eine sehr nahe da ist. In diesem Sinne, dass eine solche Ueberschrift das Ausgehen von einem mit Andern Gemeinsamen und den Ausdruck der differentiae fixiren sollte, war sie präjudizirlich. Die anfänglich gegebenen Benennungen müssen im Fortschreiten der Untersuchungen Anfechtungen und Umarbeitungen erleiden. Was die Gattungen betrifft, so sah man, als die Zahl der Thiere sich in ganz unvorhergesehenem Maasse vermehrte, die alten sparsamen Gattungen

des Linné in einem ganz anderen Lichte und fand sich genöthigt, sie an manchen Stellen zu höhern Begriffen, Familien und selbst Ordnungen, zu erheben. Man hat stellenweise versucht, solchem Bedürfniss gerecht zu werden und doch der Autorität Ehre zu geben, indem man eine dreifache Nomenklatur anwendete. Während Linné alle Wölfe, Füchse, Hunde, Schakale unter die Gattung Canis stellte, den Fuchs als Canis vulpes, würde man die Sonderung jener vier und weiterer Gruppen und wieder ihre Zusammengehörigkeit und die Vielheit der Formen in jeder von ihnen bequemer ausdrücken, wenn man beispielsweise den amerikanischen Präriewolf als Canis lupus latrans und den Polarfuchs als Canis vulpes lagopus aufführte. Diese Methode hat sich wegen ihrer Schwerfälligkeit nicht Bahn gebrochen. Man erhält in der Regel die Gattung Canis und ist sich dabei der engeren Zusammengehörigkeit einiger Arten als Canis sensu strictiori, anderer als Lupus, Lupulus, Vulpes, bewusst oder man macht statt Canis die genannten mehreren Gattungen, sich begnügend, der Zusammengehörigkeit aller durch den Familiennamen Canidae Ausdruck zu geben.

Die Genese der Artnamen brachte es mit sich, dass sie theils alte Titel mit Ursprung in linguistischem Dunkel waren, theils einen wesentlichen Theil der differentiae enthielten, so für jenes Bos Bubalus, Corvus corax, für dieses Perdix rufa, Merula nigra. Linné hatte schon manchen Artnamen von Plinius, Gessner und dessen Zeitgenossen und Nachfolgern, Mouffet, Johnston, Ray und den Mitlebenden entnehmen können.

Es sollte jede Art den Namen führen, unter dem sie zuerst deutlich beschrieben worden ist und es ist die Regel, den Autor beizusetzen, welcher diesen Namen gegeben hat, bei Einigen das freilich so verstanden, dass sie den Autor nennen, der den Doppelnamen anwandte, wie er jetzt ist, ohne Rücksicht, ob die Art früher unter anderer Gattung ihren Namen erhalten hatte. Es ist begreiflich, dass im Einzelfalle die Frage sehr schwierig sein kann, wegen des Umfangs der Litteratur und wegen des Ungenügenden in der Beschreibung, welches fast immer sich herausstellt, wenn nahe stehende neue Arten gefunden werden. So ist es oft schwieriger, der verwickelten Synonymik gerecht zu werden, als die beste Beschreibung zu geben. Die neuere Litteratur wird dadurch sehr belästigt.

Dabei hat es auch die Artnamen getroffen, dass sie der Veränderung bedürftig erschienen. Ein seiner Zeit passender Name drückte die differentiae nicht mehr in geeigneter Weise aus. Zuweilen waren auch Namen durch Irrthümer und Missverständnisse entstanden. So erhielt die Eidechsengattung Ameiva ihre Benennung, weil das erste untersuchte Exemplar den Schwanz verloren hatte; der Halbaffe Lichanotus, weil er auf einer schlechten Abbildung den Zeigefinger ausgestreckt hatte. Aus solchen Gründen nahmen einige Autoren Anstoss daran, dass überhaupt die Benennungen eine Bedeutung in sich tragen, eine Eigenschaft ausdrücken sollten; man wollte keine

Art gross oder roth nennen, weil vielleicht noch eine grössere oder röthere gefunden werden möchte.

Leach ging soweit, die Gattungsnamen für auf Fischen schmarotzende Isopodenkrebse durch beliebige Buchstabenumsetzung zu bilden: Nerocila, Anilocra, Livoneca, Olencira, dazu von Latreille Canolira. Es wäre jedoch thöricht, so schwer unterscheidbare Namen zu wählen und sich des angenehmen Hülfsmittels zu entschlagen, dass eine Beziehung zwischen Wesen und Namen bestehe. Durch eine geordnete Buchstabenverwendung hat Harting versucht, zu einer rationellen Nomenklatur zu gelangen, nach welcher verwandte Formen verwandte Namen trügen, unter Beibehaltung von soviel als möglich aus den alten Namen, ohne doch lange Wörter zu bilden, in geschickter Combination von Vokalen und Consonanten zu Endsilben, welche im Namen des Genus auch die Familie, Ordnung, Klasse und Hauptabtheilung begreifen würden. Auf die Typen wären die Vokale wie folgt zu vertheilen:

Vertebrata	: a :	Ares
Arthrozoa	: e :	Eres
Mollusca	: i :	Ires
Echinodermata	: o :	Ores
Coelenterata	: u :	Ures
Vermes	: ö :	Oeres
Protozoa	: ü :	Ueres

Für die Klassen wurden gewählt bis zu acht der am meisten verschiednen Consonanten und mit anderen geschickt zur Bezeichnung der Unterklassen verbunden: so Säuger: Pares, placentale Säuger Plares, teleostische Fische Spares. Eine vorgesetzte Silbe würde die Ordnung bedeuten, Bimana = Amplares, Quadrumana = Acplares, Monotremata = Apsares. Für Familien käme noch ein Consonant davor, so sind die Hasen = Darplares und für die Gattung noch ein Vokal. Der schwerste Einwand scheint Harting selbst die Wandelbarkeit des Systems, welche die Namenänderung mit sich bringen würde. Diese Namen geben keinen weiteren Anhalt für die Erinnerung und es würde nicht leicht sein, stets rasch und richtig den Begriff herauszulesen. Eher würde sich ein Modus empfehlen, welchen Häckel angewandt hat, ähnlich den Gewohnheiten in der organischen Chemie. Um die verwandtschaftlichen Beziehungen der Kalkschwämme auszudrücken, hat er die Stämme der Namen der nach Entwicklung von verästelten Kanälen und radialen Röhren aus den einfachen Poren unterschiedenen Familien der Askonen, Leukonen und Sykonen zur Bezeichnung der Gattungen, welche überall nach der Beschaffenheit der Kalknadeln gebildet werden, mit dieser Nadelbeschaffenheit entsprechend, jedesmal gleichmässig gewählten Endsilben zusammengesetzt, also Ascyssa und Leucyssa, Leucetta und Sycetta. Würden die Stämme noch besser ausgewählt, so wäre der Name nicht nur eine Ueber-

schrift, sondern könnte ein ganzes kleines Register der Eigenschaften sein und zwar derjenigen, auf welche verwandtschaftliche Beziehungen zu begründen wären.

Das Verdienst Linné's traf zunächst das Formale; er gab eine bequeme Form der Registrirung. Ausserdem musste der Wunsch zu klassifiziren in der Untersuchung vorandrängen. So, während Linné in zwölf Ausgaben seines Systems der Natur und Gmelin in der dreizehnten nach Linné's Tode vollendeten die Reihen mit immer ausgedehnterem Stoffe füllten, die Details immer reicher, die Zusammenstellungen geschickter wurden, gewann Linné's Behandlungsweise einen ungemeinen Beifall und mehrte die Freunde der Naturgeschichte in allen Ländern. Das Vertrauen auf Artbeständigkeit, welche er ziemlich in derselben Weise annahm wie Ray, und ohne welche den gegebnen Beschreibungen der volle Nutzen nicht inne wohnen konnte, wurde mit ihm populär. Linné sagte: Species tot numeramus, quot diversae formae in principio sunt creatae. Eine Untersuchung darüber, ob wirklich die jetzt vorhandenen Formen, wobei übrigens die Fossilen mit zu zählen haben, von Anfang an so geschaffen seien, wie sie existiren, oder ein Beweis dafür findet sich bei Linné nicht. Nur erschien ihm das Ganze der biblichen Schöpfungsgeschichte zulässig, der Ararat ein geschickter Ausgangspunkt der organischen Welt und durch die grosse Fruchtbarkeit der Thiere und Pflanzen die Ausbreitung der Nachkommen über grosse Gebiete in grossen Zahlen leicht erklärlich. Uebrigens erklärte auch Linné es möglich, dass durch Bastardirung innerhalb einer Gattung mehr Arten entständen, als dieselbe ursprünglich enthalten hätte.

Die Beziehung zwischen Gleichartigkeit und Abstammung fasste Oeder 1764 für Pflanzen dahin, dass diejenigen die Bezeichnung von Arten verdienen, welche ihres Gleichen entsprungen, ihres Gleichen zeugen. Auch Buffon, 1707—1788, welchem die Art die Summe der aufeinander folgenden Individuen war, bezeichnete als ihren Charakter die succession constante d'individus semblables. Das war der Ausdruck der wenigstens für lange Reihen von Menschenaltern gültigen Erfahrung, dass die Formen, wie sie neben einander stehen, immer wieder erschienen und immer ebenso von einander getrennt blieben. Die Typenlehre, das Feststellen gleicher Grundzüge unter verschiedenem Gewande, wie es in den „Umrissen" des Aristoteles angedeutet, von Cuvier vorzüglich in anatomischer Darstellung, erst von de Blainville und Bronn bestimmter in mathematischen Formen gesucht worden ist, fehlt auch bei Buffon nicht. Bei Gelegenheit der ihm sehr gut bekannten Faulthiere sagt er: „Bei den lebenden Wesen ist das Innere die Grundzeichnung der Natur, es ist die bildende Form, die wahre Gestalt; das Aeussere ist nur die Oberfläche, nichts weiter als das Gewand; denn wie oft sahen wir nicht bei unsern vergleichenden Untersuchungen der Thiere, dass dieses oft sehr verschiedene Aeussere ein vollkommen ähnliches Innere bedeckte und dass im Gegentheil die geringste innere Verschiedenheit

im Aeusseren sehr grosse hervorbringe und selbst die natürlichen Gewohnheiten, Fähigkeiten und wesentlichen Eigenschaften des Thieres verändere. Um diesen Gegenstand gründlich abzuhandeln, bedürfe es nicht blos einer überlegenden Vergleichung, sondern einer Entwicklung, die durch alle Theile organisirter Wesen verfolgt würde. In der That, wenn die Länder, welche Unau und Aï bewohnen, nicht Einöden wären und sich dort Menschen und mächtige Thiere von Alters her vermehrt hätten, wären diese Thierarten nicht bis auf uns gekommen, sie würden vernichtet worden sein, wie sie das einst sein werden. Wir haben gesagt, dass Alles, was sein kann, auch ist; die Faulthiere scheinen ein schlagender Beweis dafür zu sein, sie scheinen in der Ordnung der Thiere mit Fleisch und Blut die äusserste Gränze des Daseins einzunehmen. Eine Fehlerhaftigkeit in der Bildung mehr würde ihr Dasein aufgehoben haben. Diese verkrüppelten Versuche als eben so vollendete Wesen als die anderen ansehen, für diese in sich widersprechenden Naturen Endursachen annehmen und finden, dass die Natur in ihnen eben so glänze, wie in ihren schönen Werken, hiesse, diese durch einen engen Tubus anschauen und die Gränzen ihres Geistes für ihr Ziel halten.“ Abgesehen davon, dass wir jetzt wissen, wie Faulthiere für eine spezielle Lebensweise, die unter Zweigen dichtstehender Bäume, vortrefflich angepasst sind, erkennen wir hier bei Buffon die Grundzeichnung, den Typus, ausdrücklich abgelöst vom Plan der Natur, ferner den Kampf ums Dasein als ein Element für Existenzmöglichkeit, wenn auch nicht für Eigenschaftsentwicklung und nicht als Konkurrenz. Aber in den Epoques de la nature von 1778 findet sich neben der Annahme untergegangener Arten, theils aus seiner dritten Epoche, während welcher im Meere diejenigen Thiere lebten, welche später in Kalkstein eingebettet waren, theils aus seiner fünften, der der espèces majeures, der von ihm gut verstandenen riesigen Säuger, auch der Gedanke, dass die Landthiere später entstanden seien, und eine siebente Epoche der Urmenschen mit Steinwaffen. Achtzig Jahre alt, begriff Buffon vollständig die Idee der verloren gegangenen Arten, beklagend zu alt zu sein, um Alles das noch zu prüfen. Seit 1739 Intendant des Jardin du roi, späteren Jardin des plantes, benutzte Buffon diese Stellung zu Versuchen über das Erlöschen der Fruchtbarkeit in den Bastarden, auf welche wir zurückkommen werden. Die auffällige Verschiedenheit der Säuger der neuen Welt von denen der alten dachte sich Buffon so entstanden, dass aus einer ursprünglichen Mischfauna bei Abtrennung der Länderkomplexe von einander in jedem diejenigen Thiere blieben, welche in dem betreffenden sich niedergelassen hatten, weil Himmel und Boden ihrer Natur zusagten.

Die dauernde Fruchtbarkeit wandte Illiger 1800 noch kürzer als Buffon zur Definition der Art an und durch die Anwendung, welche Hunter davon machte, erhielt der Satz den Namen des Hunter'schen Gesetzes. Für die Einzelnheiten in Vertheilung von Thieren und Pflanzen

modifizirten Rudolfi und Wildenow die an die biblische Sprache anknüpfende, in ihren Schwächen bald blos gelegte Theorie Linné's nach dem Prinzipe einer mehrfachen Ausbreitung von jetzt als Gebirge erscheinenden Mittelpunkten aus und wurden so den Verschiedenheiten der faunalen und floralen Gebiete gerecht. Die gemeine Sündfluththeorie hatte Buffon gleichfalls verworfen.

Immer war gegen den Schluss des vorigen Jahrhunderts die Auffassung der organischen Welt nach gut charakterisirten, auf ein sehr grosses Mass von Gleichheit in den Eigenschaften zusammenfassbaren Arten die regelmässige. Man suchte, indem man von der andern Seite hauptsächlich die Bastardbildungen erwog, der sonstigen Abweichungen aber, soweit sie nicht zur Aufstellung von Rassen berechtigten, welche wieder in sich ebenso befestigt schienen, nicht gross achtete, nur nach der Begründung jener Artbeständigkeit und hoffte solche wesentlich aus den Erfolgen und Misserfolgen der Zucht innerhalb der Arten und den in Kreuzungen zu gewinnen.

Dass es Ausnahmen gäbe, war weder Ray, noch Linné, noch Buffon, noch vielen anderen Aeltern verborgen geblieben. Es veranlasste das einige Connivenz für die Thesen, Versuche, die Artbeständigkeit durch die Kreuzungsunfruchtbarkeit zu stützen, und bei Buffon gradezu die Erklärung, dass für niedere Thiere die Veränderlichkeit Wandlung herbeizuführen im Stande sei. Unter den Philosophen hatte Baco in dieser Beziehung die Meinungen der alten jonischen Schule wieder aufleben lassen. Von den Geologen hatte Benoit de Maillet, der unter dem Anagramm Telliamed und mit dem Titel der Unterhaltungen eines Missionärs und eines indischen Philosophen sein System der Erdentwicklung 1735 schrieb und 1748 herausgab, gradezu die Ableitung der Landbewohner aus zurückgelassenen Thieren und Pflanzen des Meeres ausgesprochen, zugleich alles Arbeiten aussergewöhnlicher Kräfte in der Vergangenheit abschüttelnd, in grossen Zügen die Oberflächenveränderungen der Erde zeichnend und den Zusammenhang gleicher Fossilienlager über grosse Strecken andeutend. Vom physiologischen Standpunkt hatte Maupertuis 1740 in „Venus physique ou le nègre blanc" die Rassenunterschiede aus den natürlichen Einflüssen hergeleitet. Auch hatten Robinet 1768 im Essai de la nature, qui apprend à faire des hommes, einer Signatur, welche in der Naturphilosophie Oken's und Verwandter eine grosse Rolle spielt, und der feine schweizerische Naturforscher Bonnet, der Entdecker der parthenogenetischen oder asexualen Vermehrung der Blattläuse, 1779 sich für Wandlung ausgesprochen; letzterer namentlich dahin, dass die Mannigfaltigkeit der Umstände, vielleicht allein Klima und Nahrung, den Ursprung neuer Arten oder vermittelnder Formen veranlasst hätten. Auch Jussieu hatte für Herstellung gefüllter Blumen und Monstrositäten die Metamorphose wirksam gedacht. Kant sagte, dass sich von derjenigen Thiergattung an, in welcher sich das Prinzip der Zwecke am

besten zu bewähren scheint, vom Menschen, stufenweise eine Kette zum niedersten ziehe, in Analogie der Form, welche eine wirkliche Verwandtschaft durch Erzeugung von einer Urmutter vermuthen lasse, so dass der Archäologe der Natur jene grosse Familie von Geschöpfen aus den Resten ableiten könne, welche vertreten sind in dem, was von den ältesten Erdrevolutionen her übrig geblieben ist. 1794 endlich hatte Erasmus Darwin, Grossvater von Charles Darwin, in seiner Zoonomie die Umgestaltung der Thiere aus ihrer Lebensthätigkeit und Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen abgeleitet. Für Göthe eine eigentliche Mitwirkung für die Descendenzlehre in früher Zeit in Anspruch zu nehmen, scheint uns gewagt. Sein Satz aus 1796, „dass alle vollkommneren organischen Naturen, das sind die Wirbelthiere, nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen beständigen Theilen mehr oder weniger hin und herweicht und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet“ ist sehr stark zusammengeschoben und muss für gutes Verständniss etwas aus einander gelegt werden. Er hat nur auf eine über dem Ganzen schwebende Idee, vielleicht mit besonderem Hinweis auf die Evolutionslehre in der Entwicklungsgeschichte, Bezug. Die Idee suchte Göthe in der Natur, nicht grobe realistische Consequenzen. Dem, was danach Lamarck aufstellte, entgegengesetzt, sagte er: „Die Theile bedingen die Bedürfnisse; unter dem einheitlichen Typus entspringt eine Mannigfaltigkeit der Gestalt durch das einem Theil gewährte Uebergewicht“. Und wenn Göthe sagt: „Das Thier wird durch Umstände zu Umständen gebildet“, so ist auch das ihm ein Ausdruck vielmehr für das Zusammenpassen, motivirt innerlich aus der Gleichgewichtsstellung der Theile unter den besondern Lebensbedingungen, als für eine sich im Laufe der Zeit realisirende Verwandlung. Mit dieser ganzen Art, Naturwissenschaft philosophisch zu behandeln, stand Göthe in der Zeit; wohl reger als Andre, aber nicht erheblich höher. Ihn, wie Lamarck und Geoffroy St. Hilaire, Cuvier entgegen zu stellen, fehlt aller Anlass; er stand im Gegentheil Cuvier näher. Sein Verdienst lag besonders im Betreiben des Vergleichs. Wie Cuvier suchte er das Einheitliche, Typische; keiner von Beiden war gewillt, sich mit teleologischer Erklärung zu beruhigen.

Es ist merkwürdig, dass bei einer solchen Bewegung der Geister doch grade aus den Fortschritten der Paläontologie die Lehre von der Artbeständigkeit zunächst eine eminente Stütze erhielt. Das geschah allerdings nicht in der von Linné aufgestellten, sondern in einer ganz wesentlich modifizirten Form. Uebrigens, wenn auch in sich trügerisch, erscheint das neue Fundament doch als eine Stufe, die von denen, welche methodisch vorgingen, durchgemacht werden musste. Georges Cuvier 1769—1832 begründete den Satz, dass die untergegangnen Thiere durchaus verschieden seien von denen, welche noch lebten. Man muss, um den Werth dieser These

zu schätzen, sich erinnern, dass noch 1802 Faujas de Saint Fond bei Uebernahme des Lehrstuhls der Paläontologie seiner Einleitungsrede die Annahme zu Grunde legte, dass die fossilen Thierformen sich wahrscheinlich noch in fernen Ländern fänden, aus welchen damals allerdings sehr überraschende Formen, wie Känguruh und Schnabelthier, neu gekommen waren. Dabei konnte der jetzige Zustand der Schöpfung so aufgefasst werden, als lebe ein Theil des zusammen Geschaffenen noch unter den alten Bedingungen, ein Theil unter veränderten Umständen, ein dritter vielleicht gar nicht mehr. Cuvier fing 1796 mit den fossilen Elephanten an und fuhr dann mit einer Reihe Erstaunen erweckender Untersuchungen namentlich über Säuger und Reptile des eocänen Gipses vom Montmartre fort, unter jenen das Paläotherium und das Anoplotherium, verglich die Skelete der Lebenden, deren vergleichende Anatomie er mit der Zoologie und Paläontologie zusammenschweisste, die mythischen Thiere der Alten, die Mumien der ägyptischen Gräber und erschloss, dass jede fossile Art eine erloschne Art sei.

Man hätte erwarten sollen, eine solche Thatsache werde die Theorie von der Wandelbarkeit der Thiere in der Zeit unterstützt haben. Aber, wenn auch Einiges sich dem fügte, wenn z. B. der 1799 im Eise an der Lena gefundne Elephantenkadaver dazu sehr gepasst hätte und den Ursprung der von Linné für Wallrosszähne gehaltenen Stosszähne vom Eismeerstrande sicherte, so waren doch andere, Mastodon, Paläotherium, Anoplotherium der Jetztwelt so fern, dass sie nur das Typische wahrten, im Einzelnen aber mehr die Differenz hervortreten liessen als die Aehnlichkeiten. Auch lag damals die Unexaktheit im Begriff der Species als etwas Festen für das Lebende noch wenig offen. So geschah das Gegentheil des zu Erwartenden, man behielt die Artbeständigkeit bei; nur nahm man verschiedene Schöpfungen an, jede mit neuen Arten.

Blumenbach sprach vielleicht am Bestimmtesten 1803 die Ansicht von wiederholter Zerstörung und erneuter Schöpfung organischer Formen aus, eine Idee, die noch den frommen v. Haller, der doch selbst Geologie trieb, mit Entsetzen erfüllt hatte. Was wir die Cuvier'sche Lehre nennen können, war gegen die der einmaligen Schöpfung von einem Punkte aus und mit einmaliger Sündfluth, mit welcher sich Rudolphi's und Wildenow's Theorieen von mehreren Zentren als postdiluvialer noch vertrugen, jedenfalls ein grosser Fortschritt.

Die These Cuvier's bekam ihre Anwendung in Verbindung mit dem Prinzipe, von welchem eine Spur bei de Maillet, bei Hook und bei Füchsel sich fand, und welches vom Abbée Giraud Soulavie 1777—1783 ausgebildet, aber zuerst wenig beachtet worden war: dem der Anwendung der Ueberlagerung der Gesteine für deren Altersbestimmung. Buffon hatte die Fossilien auf den höchsten Bergen aus dem allmählichen Zurücktreten des

Wassers für die ältesten gehalten, Soulavie sagte dagegen in richtiger Durchführung der Theorie sedimentärer Gesteine, der älteste Kalk ist der, unter welchem weiter keiner liegt, mag er hoch oder niedrig liegen. Uebrigens suchte Soulavie in der Reihenfolge der Organismen Vervielfältigung und Fortschritt festzustellen; allerdings so, dass die Arten verloren gingen, nicht sich wandelten, die Differenzen aus der Zeit der Entstehung herrührten. Die Klassifikation der Terrains nach Lagerung, ergänzt durch Uebereinstimmung der Fossilien der Einzelnen wurde von 1790 an in England, wo die klareren Verhältnisse der Schichten das erleichterten, vom Baumeister Smith eingeführt. An dieses Prinzip lehnten sich Cuvier's besondere Studien in der von ihm und Brogniart veröffentlichten Bearbeitung der Umgegend von Paris. Die Untersuchung der Schichtenfolge, die Sonderung der Fossile ging von da ab in der französischen Schule neben der Beschreibung der lebenden Arten unter Cuvier's und Brogniart's Autorität nach den Theorien der Artbeständigkeit, der Uebereinstimmung der Organismen in einer geologischen Schöpfungsperiode oder Repräsentation, der vollkommnen Verschiedenheit derer in der einen von denen in einer andern. Diese Sätze, welche zum Theil getrennte Anwendung gestattet hätten, wurden fest mit einander verbunden und galten für absolut.

Aus etwaiger Variabilität sollten nicht etwa in sich weiter entfernender Verschiedenheit neue Arten, aus deren Combination gar neue Schöpfungen geboren werden, sondern die Abweichungen sollten nach unfruchtbaren Pendelschwingungen oder Zuckungen zum Ausgangspunkte zurückkehren, der endlichen Vernichtung mit Stumpf und Stiel sollte eine Neuschöpfung folgen, auf keine Weise verbunden mit dem Untergegangenen.

Der seiner Zeit grossartige Fortschritt der Theorie von Cuvier und Brogniart gegenüber den bis dahin verbreiteten kindlichen Ansichten über Schöpfungsgeschichte kann uns heute nur noch als ein Durchgangspunkt erscheinen, von welchem wir nicht begreifen, dass Logik nicht rascher hat über ihn hinaussehn lassen; als eine Stufe, welche, mit Mühe erreicht, mit eben soviel Mühe überwunden werden musste.

1798 sagte G. Cuvier: Die Art ist die Zusammenstellung aller organisirten Körper, welche von einander oder von gemeinsamen Eltern und von denen abstammen, welche ihnen ebenso gleichen, als sie unter einander; 1821: die Art fasst die Individuen zusammen, welche von einander abstammen. In seinem Discours sur les révolutions de la surface du globe sprach Cuvier die Ansicht aus, es sei sicher, dass die Erdoberfläche vor längstens 5—6000 Jahren einer grossen Umwälzung unterworfen gewesen sei, welche die Länder, die früher die Menschen und jetzt am besten bekannten Thiere bewohnten, vernichtete; dass danach einige wenige aufgesparte Individuen sich über die trocken gelegten neuen Länder, welche

schon einmal andere Bewohner gehabt hatten, verbreiteten und dort vermehrten. So war seine jüngste Schöpfungsperiode durch Sündfluth und Arche Noah des jüdischen Mythus unterbrochen. Da Cuvier's Theorie die Aehnlichkeit der ohne genetischen Zusammenhang auf einander folgenden Schöpfungen nicht wegnehmen konnte, so musste sie das Suchen nach den Ursachen jener Aehnlichkeiten ausserhalb der Schöpfung selbst begünstigen. Der Schöpfungsplan spielte deshalb in Cuvier's Schule eine grosse Rolle.

Cuvier, sonst voll Anerkennung aller wissenschaftlichen Arbeit, war im Kampfe für seine Theorie, welcher ihm nicht ganz erspart blieb, ein unerbittlicher Gegner und er verstand es, die französische Gelehrtenwelt fast ganz, namentlich die Akademie auf seiner Seite zu erhalten.

So ist es wesentlich der persönlichen Bedeutung Cuvier's zuzuschreiben, dass die Angriffe, welche Lamarck von 1801 an gegen die Lehre von der Beständigkeit der Art richtete, keine entsprechende Unterstützung gefunden haben, während dessen Sätze doch dem Rationalismus, welcher die eigentliche französische Revolutionsperiode überdauerte, besser entsprachen. In den Recherches sur l'organisation des corps vivants sagte Lamarck 1802: „Die Umstände thun Alles, sie modifiziren die Wesen tief; aus den Umständen entstehn die Bedürfnisse, aus den Bedürfnissen die Begierden, aus den Begierden die Fähigkeiten, aus den Fähigkeiten die Organe." 1809 in der Philosophie zoologique: „Man hat Art jede Zusammenfassung von ähnlichen Individuen genannt, welche durch andre ihnen gleiche erzeugt würden. Das ist richtig, denn jedes lebende Wesen gleicht immer dem oder denen, von welchen es abstammt. Aber man fügt die Unterstellung hinzu, dass die Individuen, welche eine Art bilden, in ihrem spezifischen Charakter niemals variiren und dass demnach die Art eine absolute Konstanz habe. Nur das will ich bekämpfen, weil klare Beweise aus der Beobachtung geschöpft, darthun, dass es ungegründet ist". Er bemerkt dann sehr mit Recht, wie reichere Untersuchungen an allen Museen jene aus der Zeit dürftigerer Beobachtung herrührende Meinung widerlegen; wie die Abgränzung der Arten immer nur abhänge von den Umständen des Fundes der Individuen; dass man nur nach Gutdünken hier von Varietäten, dort von Arten spreche; dass die Artbestimmung stets unvollkommner werde. „Wir sehen fast alle Lücken sich füllen; in der baumförmig verästelten Reihe der Thiere, die, wo sie durch verloren gegangne Arten Unterbrechungen zeigt, diese doch nicht immer gehabt hat, stossen alle am Ende der Zweige befindliche Arten an solche an, welche sich mit ihnen durch Zwischenformen verbinden. Wir haben erst weiter von einander Entferntes gesehn und konnten leicht Gattungen und Arten bilden, jetzt finden wir Nüancirungen und Zusammenfliessen. Die Ursachen betreffend, finden wir die deutliche Einwirkung der Umgebung auf unsre Arten; im selben Klima einfache Varietäten unter Ein-

wirkung der Lage. Solche werden aber bei dauernder Fortpflanzung unter denselben Verhältnissen wesentlich, so dass die Individuen zu einer neuen Art umgewandelt werden.

Lamarck fasste seine Theorie in folgenden Sätzen zusammen:

1. Alle organisirten Körper sind Produkte der Natur, nach und nach in langer Zeit gebildet.

2. Die Natur hat begonnen mit der Herstellung der einfachsten Körper, bildet direkt nur diese und kehrt immer dazu zurück, sie zu bilden: Generatio spontanea.

3. Die ersten Versuche haben unter günstigen Umständen Lebensfähigkeiten und nach und nach alle die Theile und Organdifferenzen entwickelt.

4. Die mit den ersten Lebenseffekten verbundene Fähigkeit des Wachsthums hat den verschiedenen Fortpflanzungsmodalitäten Ursprung gegeben und durch diese ist der einmal gewonnene Organisationsfortschritt erhalten geblieben.

5. Durch die Umstände ist in hinlänglicher Zeit das jetzt Bestehende so geworden, wie es ist.

6. Bei solchen Veränderungen hat die Art nur eine relative Konstanz und kann nicht so alt sein als die Natur.

Diese Sätze enthalten die erste eigentliche Durchführung der Transmutationslehre oder Descendenztheorie nach allen gegebenen Richtungen hin; die Grundgedanken waren ganz gross und frei.

Für die Weise, wie die Umgebung einwirke, stellte Lamarck zwei Gesetze auf.

1. Bei jedem nicht fertigen Thiere stärkt der häufigere Gebrauch allmählich proportional das Organ, der Nichtgebrauch schwächt es bis zum Verschwinden.

2. Das so Erworbne wird vererbt und in den Generationen erhalten.

Für beide Sätze sind zahlreiche Beispiele Jedem geläufig, ohne dass jedoch aus diesen sicher die allgemeine Gültigkeit erhellte. Lamarck's Beispiele für die Ausbildung durch den Gebrauch sind jedoch im Allgemeinen nur solche für die Uebereinstimmung der Bedürfnisse und Organe. Eins der bekanntesten ist der lange Hals der Giraffe wegen des Zwangs, statt Gräsern Baumblätter zu äsen; eins für den Schwund würde sein die Verkümmerung der Augen der an dunklen Plätzen wohnenden Thiere. Dass das Eine oder Andere durch Gebrauch und Nichtgebrauch so geworden, hat Lamarck nicht beweisen können. Die Stärkung oder Abschwächung je nach dem Gebrauch ist am ersichtlichsten bei den Muskeln; welch' ungeheuere Erfolge hier Uebung hat, weiss jeder; von ihnen kann man eine Fortsetzung der Wirkung auf die sie umhüllenden und mit ihnen verbundenen bindegewebigen Theile und weiter auf die festeren Skeletstücke sehr wohl

direkt ableiten. Auch können wir uns vorstellen, dass ein Sinnesorgan, welches an sich passiv ist, sei es Hand in Hand mit den es versorgenden Muskeln, vermittelt durch die Gemeinsamkeit der Gefässstämme, sich entwickle oder zurücktrete, sei es direkt wegen des ihm fehlenden anregenden Reizes, z. B. durch das Licht, im Wachsthum zurückbleibe, und es fehlt ja auch hier für Auge und Ohr, Geruch und Geschmack, wie endlich für das Gefühl bei den Blinden nicht an Beweisen der Ausbildung der Organe durch den Gebrauch, die Uebung, meist allerdings vermischt mit den nebenbei gehenden Leistungen der Erfahrung. Die Erfahrungen und etwa möglichen Versuche hierüber bedürften allerdings viel vollständigerer Ergänzung betreffs der konnexen Frage der Vererbung.

Nach der alten Auffassung brachte jedes Thier eine den Umständen angepasste Einrichtung mit; nach der teleologischen war ihm diese mit Bewusstsein der Wirkung ertheilt und wirkte für die Verschiedenen zusammen zur Erfüllung des Schöpfungsplans. Nach Lamarck's Theorie passte das Thier seine Einrichtung den Umständen an, es bildete sie sich selbst aus, indem sich die durch Generatio aequivoca entstandenen unvollkommenen Formen durch Wechselwirkung eines inneren Bildungstriebes, nisus formativus, und äussrer Lebensbedingungen zu immer mannigfaltigeren und vollkommneren Formen entwickelten.

Der Gedanke, dass die Einrichtungen der Thiere zu den Umständen passten, war beiden gemeinsam. Wahrnehmungen in dieser Richtung hatten sich sehr allgemein geltend gemacht. Sie waren in eine besonders intensive Wechselwirkung mit dem Gottesglauben getreten. Man weiss kaum zu sagen, nach welcher Richtung hin sich der Einfluss stärker geltend machte; weil Alles umsichtig eingerichtet war, musste es einen voraussehenden, allmächtigen, allweisen Schöpfer geben, und weil es diesen gab, musste Alles gut sein. Unsre Philosophie hat hier viele Auswege. Obwohl wir keinen anderen Massstab haben, als den menschlicher Erkenntniss, bescheiden wir uns doch der Kurzsichtigkeit und halten, wo der Nutzen nicht ersichtlich ist oder wir Mängel und Widersprüche zu sehen meinen, das Prinzip höher, die Einwände vorübergehend.

Die Wunder der Anpassung, wenn wir, um die besonderen Schwierigkeiten des Verständnisses auszudrücken, so sagen dürfen, sind sehr darauf angethan, den menschlichen Geist zu überwältigen und ihn zu veranlassen, das Ganze, als über seine Untersuchung erhaben, mit einem Ausdrucke zusammengefasst ausserhalb jener zu stellen. Wohin man greift, hat man die Beispiele; die ganze Natur erscheint ein solches und fast alles Einzelne. Freilich dürfen wir nicht vergessen, dass der ganze Begriff der Nützlichkeit und des Passens aus den Thatsachen abgelesen ist, eine Verbindung der Erfahrung, dass etwas sei und wie es sei. Das leichte Verständniss geben diejenigen Fälle, in welchen die Einrichtungen die gewöhnlichen sind.

besonders hervor heben sich diejenigen, in welchen aussergewöhnlich Erscheinendes auf die gewöhnlichen Erfolge hinausläuft, deren Summe eben überall die Existenz ist. Alle Organisation, alles Leben ist ein Beweis dafür, dass die lebenden Wesen sind, wie sie sein können. Es bedarf jedoch genauerer Untersuchung, ob Alles existire, was existiren könne, ob Alles so sei, dass es mit Sicherheit fortbestehen werde, ob keine einzelne Eigenschaft besser gedacht werden könne.

Auffälliger als die inneren Einrichtungen und mehr als Vorzug, über das an inneren Einrichtungen, was Jeder gern als selbstverständliches Bedürfniss ansieht, hinausgehend, erscheint der Schutz durch diejenigen Besonderheiten der äusseren Gestaltung, welche die Engländer die natürliche Maske genannt haben.

Theils ist das ein gleichmässiges Kleid für Thiere in einfärbigen Gegenden oder mit einem Leben unter gleichartigen Umständen. Die Polargegenden haben ihre Eisbären, Eisfüchse, Schneehasen, Lemminge, Schneehühner, Schneeammern, welche durch ihr Gewand auf den Alles überziehenden Schneedecken oder, Schneeflecken gleichend, an den Felsen unentdeckt bleiben, verfolgt oder verfolgend. So mischen ihre Farbe mit der des gelben Sandes die isabellfarbenen Fennekfüchse, die Saiga, die Dorcas und zahlreiche andere Antilopen, die Wüstenmäuse und Grabmäuse, die Sandläufer, Sandhühner, Frankoline, Sandlerchen und Sandammern. So gleichen zahlreiche Schnepfen, Kibitze, Regenpfeifer, Rohrdommeln den grünlichbraunen und fleckigen Mooren und Geröhren, braune und graue Säuger und Vögel der dürren Steppe, auf welcher sie ihre Nahrung suchen müssen. So birgt der immergrüne glänzende tropische Wald zahlreiche grün gefärbte Papageien, Finken, Ampeliden, Tauben und zur dunkeln Nacht passen die Melasomatiden-Käfer, schwarze Raubkäfer, Blatten, Asseln, welche an den heissen Strändern des Mittelmeers, am Tage unter Steinen verborgen, nächtlich ihrem Raube nachgehen, wie zum lichten Tage auf vegetationsarmem weissem Gesteine die Xerophilenschnecken, welche am Felsen angeklebt die Regenzeit oder die feuchte Nachtluft erwarten. Es ist ganz gewöhnlich, dass Wale, Seevögel, Fische am Bauche weiss oder silbern glänzen, wie das Tageslicht über ihnen, vom Rücken aber blau oder schwärzlich erscheinen, wie die von Oben gesehene dunkle Meerfluth. Bei den Plattfischen dagegen, den seitlich zusammengedrückten Schollen wie den Rochen, ähnelt die obere Seite dem Schlamme oder ist dem mit bunten Steinchen gemischten Sande zur Ununterscheidbarkeit ähnlich. Die Blennius, Gobius, Labrus, welche sich zwischen frischgrünen oder verwitterten Algen umhertreiben, gleichen diesen oft in Färbung eben so vollkommen wie die genannten Vögel dem Walde.

Oder der Vorzug der natürlichen Maske trifft das Einzelne. Im selben Walde, am gleichen Baume sitzen braune Holzböcke und Hirschkäfer an Stämmen, Maikäfer am jungen bräunlichen Laube der Eichen und

Buchen, grüne Rüsselkäfer an den Blättern. Gelbe, weisse, grüne Spinnen bleiben den nahenden Insekten durch die Gleichartigkeit der Färbung auf dem Boden der Blüthen verborgen, auf welchem sie mit ausgebreiteten Füssen geduldig die Beute abwarten. Kallima-, Paphia- und Satyrus-Schmetterlinge ahmen, während die Oberseite mit Spiegeln, Bändern, glänzendem Blau geschmückt ist, mit der Unterseite so geschickt dürre Blätter oder die weisslich gemischte Baumrinde nach, dass sie sich setzend und die Flügel zusammenklappend sofort dem Nachsteller verschwunden sind, bis sie in behäbigen Bewegungen wieder den Glanz der Oberseite entfalten. Nicht weniger die Raupen, deren einige an die Zweige gedrückt wegen ihrer dunkelbraunen und graubraunen Farbe, andere am Blattrande nagend, weil sie grün sind, verborgen bleiben. Ebenso kommt die Gestalt zur Geltung. Wie dürre Zweige stehen in Erstarrung Spannerraupen, nur mit den hintern Füssen befestigt, unbemerkt liegen wie Schafkoth die sich todt stellenden Pillenkäfer; gleich einem Aestchen mit grünen Blättern und rothen Blüthen, oder auch blattlos sitzt eine Phasmaheuschrecke am Baume, so dass Madame Merian sie als Thier gewordene Pflanze beschrieb. In solchen Aeusserlichkeiten ist die Nützlichkeit gestaltlicher Einrichtungen am meisten aufgefallen.

Bei genauerer Betrachtung ist allerdings keineswegs Alles in solcher Weise angepasst, oder die Wirkung liegt doch nicht auf der Hand. Welche Bedeutung sollte es haben, dass die lappländische Varietät eines weisslichen Schmetterlings, der Harpyia vinula, die H. phantoma grade die schwärzeste ist. Wenn man das gestreifte Fell des Tigers, des Zebras, des grauen Gnus dem gelben und schwarzgewolkten Röhricht angepasst erachtet, so sind doch Schwalben theils schwarz, theils blau, theils grün und Segelfalter, welche über den Blüthen an Abhängen schweben, mit gelbem Kleide gar nicht im ähnlichen Fall. Warum ist die Fliege an den weissen Wänden unsrer Bauerstuben nicht weiss, warum sind die Gehäuse der Gartenschnecke braun und weiss oder gelb gestreift? Haben die rothen Weibchen der Eclectus-Papageien oder die blauen Männchen von Dacnis-Arten es weniger nöthig, sich im grünen Laube zu schützen, als ihre grünen Partner? Warum sind unter den Fischen die Mullus, einige Skorpänen, die Cepolen und andere roth. Nützlichkeiten, wie oben, finden wir hier nicht, wir müssten uns nach neuen umsehen. Wir werden als einen sehr gewichtigen Grund die geschlechtliche Zuchtwahl von Darwin aufgeführt finden, aber auch dann wird es uns häufig scheinen, als erzeuge die Natur in vielen Fällen einen Reichthum, an welchem unsere kleinen Erfahrungen von Nutzen und Schaden gänzlich zu Schanden werden.

In der Weise, wie L a m a r c k seine Theorie durchführte, genügte sie nicht, die Mannigfaltigkeit der Anpassungen im Thierreich zu decken. Es war nicht genug zu sagen, Alles sei durch die Umstände geworden. Der Gebrauch und Nichtgebrauch im gewöhnlichen Sinne war kein hinlänglich

Vermittelndes, um daraus zu verstehen, wie natürliche Masken entstanden und wie im Gegentheil der Flügel eines Schmetterlings sich mit schillernden Augen bedeckte; erst wenn wir beim Worte Gebrauch von aller Handlung des ganzen Thieres als solches absehn, wenn wir statt Gebrauch Effekt setzen, gelangen wir zu breiteren Grundlagen. Das Prinzip Lamarck's war rationell, aber die Ausführung war unfertig.

Wäre Lamarck mit seiner Theorie durchgedrungen, so hätte das Dogma von der Artbeständigkeit eine sehr kurze Dauer gehabt. Kaum dass man ihm eine feste Form zu geben versuchte, bot diese Angriffspunkte, welche einen dauernden Widerstand zu leisten nicht vermochten. Es war wohl nützlicher, dass es der persönlichen Bedeutung Cuvier's gelang, den Angriff zunächst wenigstens äusserlich abzuschlagen. Es blieb für die Beschreibung des Lebenden und Fossilen noch ungeheuer viel zu thun. Die vermeintliche Festigkeit des Artbegriffs gab dazu allein Muth. Woher hätten die Autoren solchen nehmen sollen, wenn sie von Anfang durch den Zweifel gelähmt gewesen wären, ob sie nicht Danaidenarbeit thäten, oder wie hätten sie vor ausgiebigerer Kenntniss des Materials entsprechende neue Beschreibungsweisen finden sollen? Die Methode Linné's besiegte vor der Hand mit ihrer Endgeschwindigkeit noch leicht die ihr entgegengestellten Einwürfe. Wenn man die Originalsammlungen Linné's oder ähnlich alte, gleicher Weise nicht fortgesetzte Sammlungen betrachtet, so erkennt man, dass vor hundert Jahren die Naturalien im Allgemeinen noch von wenigen und identischen Plätzen kamen. Das unterstützte sehr den Gedanken von der Konstanz der Art und der vollkommnen Sonderung des Thierreichs in Arten, so dass für Variabilität, Rassenbildung, Unsicherheit der Artumgränzung Mensch und Hausthiere eine Ausnahme zu bilden schienen. Die nach Linné's Methode gemachten Wahrnehmungen aber mussten mit Erreichung einer grössern Summe selbst die Grundlage einer veränderten Auffassung bilden.

Fast gleichzeitig mit Lamarck sprach G. R. Treviranus in seiner Biologie, 1802—1805, aus, dass jedes lebende Wesen seine Organisation den äusseren Umständen anzupassen vermöge und dass dadurch die niedersten Organismen zu immer höheren Stufen gefördert und zahllose Mannigfaltigkeit in die Natur gebracht werde. Für die Abänderung liess er ausser Bastardirung weitere Potenzen gelten. Die Arten stürben nicht aus durch grosse Katastrophen, sondern wandelten sich um, degenerirten.

In Oken's Naturphilosophie hielten die realen Grundlagen dem schrankenlosen Ideenbau so wenig die Wage und die Sprache ist so geschraubt, erst auf Umwegen verständlich, dass dieser Autor für Förderung und Verbreitung der Transmutationslehre kaum genützt hat, so sehr er von einer monistischen Auffassung durchdrungen war.

Die beachtenswerthe Aeusserung von Pander, gelegentlich der Be-

sonderheiten des Säugethierschädels: „Die Knochen sind der Ausdruck der Sinnesthätigkeiten und Muskelaktionen" zeigt eine Kongruenz mit den Ideen des Lamarck. Jedoch ist nicht vollkommen klar, ob man es in dieser Ableitung nur mit philosophischer Behandlung oder mit einem realen Kausalitätszusammenhange zu thun habe.

Bestimmter führte Étienne Geoffroy St. Hilaire*) das Kapitel von den Ursachen der Artveränderung durch, am deutlichsten in seiner Abhandlung über den Grad des Einflusses der Umgebung in der Modifikation thierischer Form 1831 und in den fortschrittlichen Studien eines Naturalisten 1835. Seine Hauptsätze sind, dass die Art bei Ständigkeit der äusseren Verhältnisse beständig sei und man deshalb in der Gegenwart Aenderungen und wesentliche Verschiedenheiten nicht bemerke, dass dagegen die Art mit der Veränderung der Umgebung und derselben proportional ihre Eigenschaften ändere und dass die mehr oder weniger bedeutenden Veränderungen auf der Erde und selbst in der Zusammensetzung der Atmosphäre von einer geologischen Epoche zur anderen solche Veränderungen erzwungen hätten. Das was sich im Kleinen unter unseren Augen in den Monstrositäten, sei es zufälligen, sei es künstlichen, für die Individuen zeigt, das geschieht für die Arten unter dem Einfluss einer langen Zeit. Die Hervorhebung der Monstrositäten ist zurückzuführen auf die besonderen Arbeiten von Geoffroy über diesen Gegenstand 1832—1836. Sie ist vielleicht zu lebhaft und jedenfalls vermisst man die erläuternden Mittelglieder für ihre Bedeutung.

Dieser Theorie fehlt die Einsetzung der Vermittlung durch den Gebrauch; die Umstände mögen auf allerlei Weise wirken. Dabei ist die Meinung, dass zu gewissen Zeiten viel mächtigere Umstände eingewirkt haben möchten. Man war nur allmählich im Stande, sich von der Lehre der grossen Katastrophen, der Sündfluthen, der Kataklysmen loszumachen, zu deren Annahme vorzüglich der Anblick von Wasserwirkungen geführt hatte. Bestimmt sprach Geoffroy aus, dass die heutige Thierwelt durch eine ununterbrochene Reihe von Generationen von den untergegangenen Thieren der antediluvianischen Zeit abstammen möchte, selbst wenn die Verschiedenheit so gross wäre, dass wir nach unseren Gewohnheiten verschiedene Gattungen machen würden. Seine besonderen paläontologischen Untersuchungen, so die an untergegangenen Krokodilen, den Teleosauriern, leiteten ihn

*) Als er 1793 zum Professor der Zoologie ernannt wurde, sagte er: „Wie kann ich lehren, was nicht besteht". „Wahr!" antwortete d'Aubenton, „es besteht nichts, es muss geschaffen werden. Lassen Sie diese kühne Aufgabe die Ihrige und den Ruhm den Ihren sein, nach zwanzig Jahren sagen zu können, Frankreich habe die Zoologie geschaffen". Er begleitete Bonaparte nach Aegypten und als die Engländer die Sammlungen als Beute beanspruchten, drohte er, sie lieber zu verbrennen. Dieselben bildeten den Stamm des Musée du jardin des plantes.

mehr zur Erkenntniss von Aehnlichkeiten als von Verschiedenheiten; er glaubte namentlich an einem einbalsamirten Krokodilschädel Uebergänge gefunden zu haben. Alles das war Geoffroy jedoch diskutirbare Theorie.

Die Gedanken über Entwicklung der Thiere in der Zeit standen bei Geoffroy in inniger Verbindung mit seiner Auffassung der neben einander Lebenden als nach allen Richtungen hin vergleichbar, verwandt und wurden von dieser befruchtet. Zunächst beschäftigte sich seine anatomische Philosophie mit den Wirbelthieren. Für sie nahm er stets gleiche Lage der Organe und Organtheile: principé des connexions, Vergrösserung eines Organs nur auf Kosten eines anderen: principe du balancement, und Vertretung der sämmtlichen Organe in Allen: théorie des analogues an. Von diesen Prinzipien hat namentlich das zweite direkte Beziehung zur Wandlung. Auch stellte er nach Kielmeyer auf, dass die niederen Thiere den fötalen Zuständen der höheren entsprächen, eine überaus fruchtbringende Idee. Indem sich die Vergleiche über die anfänglichen Gränzen ausdehnten, so die Segmente der Insekten mit den Wirbeln der Wirbelthiere parallelisirt wurden, wobei die Eingeweide in den Wirbelkanal genommen seien, wie die Glieder der Schildkröten unter die Rippen, dieses ohne genügende Mittelglieder, und solches mehr, trat Geoffroy der Typenlehre Cuvier's, welche verschiedene Zentren für die Vergleichung statuirte, entgegen mit einer Unité de composition du règne animal. Sein hastiges Fertigmachen, zum Beispiel in der Durchführung der Wirbeltheorie des Schädels, gab viele Angriffspunkte.

Auch der Sohn, Isidore Geoffroy St. Hilaire, nahm an, dass die Beständigkeit der Art nur durch die aus grossen kosmischen Phänomenen erwachsenen Aenderungen in den Lebensbedingungen erschüttert werde. Nach ihrer innern Energie wird die Art nicht alt, wie das Individuum; sie sinkt nicht herab; sie schreitet nicht fort zu einem bestimmten Ziele; in ewiger Erneuerung ist sie stets neu, wie vor 3000 Jahren; vernichtet wird sie, wie ein Mensch, in der Kraft der Jugend von einer äussern Ursache getroffen. Es ist zu beachten, dass Geoffroy solche Meinungen 1850, dann 1856 entwickelte, wo doch die plötzlichen, grossen kosmischen Phänomene nicht mehr haltbar erschienen, und endlich 1859, in welchem Jahre die erste Ausgabe von Darwin's Origin of species erschien. Geoffroy sieht eine Force conservatrice, welche demnach mancherlei Umstände ertragen lässt und der Art erlaubt, sich in Varietäten wie in Pendelschwingungen zu bewegen, und eine Force modificatrice im Kampf. Schon 1851 bei Gelegenheit des unter den Fossilen der Sivalikberge gefundnen höchst merkwürdigen Sivatherium erklärte er die Artbeständigkeit für einen thörichten Wahn. Bei den Hausthieren scheinen ihm die wechselnden äusseren Umstände Anlass zu kleinen Veränderungen, den sogenannten Rassen zu geben; übrigens seien die Hausthiere mehrfach wieder zu den wilden Zuständen

zurückgekehrt. Die Art bezeichnete er als collection naturelle et permanente, présentement distincte d'individus ordinairement, non toujours semblables. De Blainville war ebenfalls ein beständiger Gegner von Cuvier. In seiner Osteographie 1839—51 behauptete er eine einheitliche Schöpfung, in welche die Zerstörung Lücken riss.

Die Abhängigkeit der Abänderung der Vögel vom Klima wurde von Gloger 1833 in grosser Ausdehnung nachgewiesen. Bronn stellte die äussern Ursachen von vielerlei Abänderungen in seiner Geschichte der Natur zusammen. K. E. v. Baer sprach sich 1834 dahin aus, dass nur eine kindische Naturbetrachtung die organischen Arten als bleibende und unveränderliche Typen ansehn könne. Unger behauptete 1852 die Abstammung aller Pflanzen von wenigen Stammformen, vielleicht von der einfachsten Zelle; V. Carus und Schaaffhausen betrachteten 1853 die untergegangenen Organismen als die Ahnen der lebenden und Letzterer sprach sich 1857 dahin aus, dass das Menschengeschlecht von affenähnlichen Thieren abstamme. Auch Büchner folgerte in „Kraft und Stoff" aus der Zusammenstellung der vergleichend-anatomischen, paläontologischen und individuellen Entwicklungsreihe die Nothwendigkeit der Entwicklung der verschiedenen species aus in Urzeugung entstandenen gemeinsamen Stammformen. Dessgleichen trug der berühmte Botaniker Nägeli schon 1856 in seinem zweiten akademischen Vortrage über die Individualität in der Natur die Descendenzlehre mit Bestimmtheit vor.

Wir haben noch die Versuche zu registriren, welche weiter gemacht wurden, um die Begriffsstellung der Art deutlicher und logischer zu gestalten. Alph. de Candolle sah in der species: die Vereinigung aller Individuen, ähnlich genug zur Rechtfertigung der Annahme des gemeinsamen Ursprungs; F. S. Leuckart, in Ausdehnung auf alle Naturkörper und dadurch begrifflich gelöst von der Abstammungsnothwendigkeit: die speziell ausgesprochene bestimmteste Form; H. Milne Edwards: die Vereinigung der nach derselben Grundform gebildeten Einzelwesen; C. L. Gloger: den konkreten Gesammtbegriff der Summe von Eigenschaften der sich mit regelmässigem Erfolge paarenden Thiere; Spring: alles Das, was in derselben Weise ist, war und sein wird; Baer: die Individuen, welche durch Abstammung verbunden sind oder sein können; E. Meyer: Dasjenige, was eines Ursprungs ist und innerhalb des Kreises seiner Variabilität sich stets gleich bleibt; neuerlich der Botaniker Sachs: die Gesammtheit aller Individuen, deren konstante Merkmale gleich sind und sich von den konstanten Merkmalen anderer ähnlicher Pflanzen unterscheiden; Claus: alle Lebensformen, welche die wesentlichsten Eigenschaften gemeinsam haben, von einander abstammen und sich zur Erzeugung fruchtbarer Nachkommen kreuzen lassen; Bastian: die Generalisation des Individuums, seine Verallgemeinerung in allen Mög-

lichkeiten seiner Erscheinungsform. Meist hat man hierbei im Wesentlichen danach gesucht, eine begriffliche Uebereinstimmung zwischen der Gemeinschaft gewisser zusammen Lebender und der der aus einander Hervorgehenden auszudrücken und beide auf einander zu beziehen. Für den Grad der Uebereinstimmung gab man nur bedeutungslose Umschreibungen; zuweilen jedoch wurde der Grad der möglichen Abweichungen als unbedeutend gestellt, so dass die Eigenschaften, wenn auch in einer gewissen Breite, doch stets begränzt gedacht wurden.

Genauer hatte man in der Lehre von der Art drei Prinzipien: das der Descendenz von gleichem Stamme, das der Uebereinstimmung der Eigenschaftskomplexe, das der Zeugung unter einander. Das erste konnte nur indirekt bewiesen oder vielmehr nur wahrscheinlich gemacht werden, indem man, weil von gleichem Stamme sehr Aehnliches fiel, aus einem gewissen Grad der Aehnlichkeit weit über die Betrachtungen hinaus den Rückschluss auf gemeinsame Abstammung machte, demnach eigentlich nur aus der Verbindung der beiden andern Prinzipien. Das Prinzip der Uebereinstimmung der Eigenschaftskomplexe erwies sich mehr und mehr für die Art nicht bestimmter oder stärker als für die anderen Klassifikationsbegriffe und liess die Art in gleicher Weise abstrakt erscheinen wie diese. Je mehr man Individuen kennen lernte und je genauer man sie untersuchte, um so mehr fand man, dass nicht allein diejenigen Eigenschaften, welche man als „äusserliche" von vorn herein Preis gegeben hatte, wie Grösse und Form des Ganzen und der Theile, Farbe und Aehnliches, oder als zufällige bezeichnete, weil sie am meisten änderten, sich bei solchen Individuen, welche entweder nachgewiesener Massen von einander abstammten oder für welche man das doch eben so gut aus anderen Uebereinstimmungen annehmen zu müssen glaubte, sehr verschieden verhielten, sondern auch sehr versteckt liegende und an solchen Theilen, denen man bis dahin einen sehr bestimmten Werth für die Klassifikation beigelegt hatte. Wählen wir einige Beispiele.

Man hat bekanntlich besonders seit Linné auf die Zähne für die Eintheilung der Säugethiere einen vorzüglichen Werth gelegt und Zahl und Gestalt für besonders fest gehalten. Es fehlen aber, von der doppelten Zahnreihe bei Cretins und der Julia Pastrana nicht zu reden, von den normalen 32 Zähnen des Menschen sehr vielen Individuen der Kulturvölker die vier letzten, während bei Negern statt fünf Backzähnen sechs vorkommen können*). Wie Bischoff, Gervais und ich selbst gezeigt haben,

*) Es würde thöricht sein, nach dem Titel dieser letzten Zähne wegen ihres späten Kommens als Weisheitszähne aus dem Mangel eine psychisch mangelhafte Entwicklung schliessen zu wollen. Es ist vielmehr anzunehmen, dass in der beim Menschengeschlecht immer stärkeren Ueberwachsung des Gesichtsschädels durch den Gehirn-

ist es gar nicht ungewöhnlich, dass anthropomorphe Affen mit ebenfalls normal 32 Zähnen wenigstens an der einen oder anderen Stelle nach hinten einen Backzahn mehr ausbilden und so wenigstens für einen Theil des Gebisses zu den 36 Zähnen der platyrhinen Affen der neuen Welt aufsteigen oder auf dieser Stelle stehn geblieben sind. Weiter fand Étienne Geoffroy St. Hilaire bei einem Sajouaffen der neuen Welt oben je sieben Backzähne, Isidore Geoffroy und Blainville bei Ateles pentadactylus auf einer Seite oben und unten sieben Backzähne statt der gewöhnlichen sechs. Was die Gestalt der Zähne betrifft, so hat Geoffroy die Gattung Myiopithecus mit der einzigen Art Talapoin Erxl. von den gewöhnlichen Meerkatzen, Cercopithecus, darauf abgetrennt, dass der letzte untere Backzahn nur drei Höcker statt vier habe; wir besitzen ein Weichen von Cercopithecus cynosurus Geoffr., welches unten rechts den letzten Backzahn dreihöckrig, links vierhöckrig hat, also rechts einer andern Gattung angehören würde als links. So zeigt eine einzige Ordnung von Säugern Vermehrung, Verminderung, Umgestaltung der Zähne, in derselben Weise in den Arten, wie sie anderswo die Arten, Gattungen, Familien von einander zu trennen pflegt. Nehmen wir die Wirbel, so finden wir das Gleiche. Es ist bekannt, wie trügerisch durch die Gegenwart aller Zwischenzahlen jene Sonderung der Leoparden oder Panther in Arten nach den Zahlen der Schwanzwirbel, welche Cuvier machen zu können meinte, sich erwiesen hat; Schwanzwirbelzahlen von vier Hundeskeleten unsres Museums sind 4, 18, 20, 21. Die Pferde und Schweine zeigen verschiedene Zahlen der Rückenwirbel und Lendenwirbel. Wir besitzen ein Weibchen von Inuus sylvanus L., bei welchem zwischen die dieser Art normalen zwölf Rückenwirbel und sechs Lendenwirbel ein Wirbel eingeschoben ist, welcher anderthalb Zoll lange, nach hinten gerichtete, in der Gestalt starken falschen Rippen gleichende, aber vollständig angelöthete Querfortsätze besitzt. Ziehen wir vor die Rippen zu zählen? Mein alter Lehrer C. J. M. Langenbeck eröffnete scherzhaft seine Osteologie damit, dass er mit dem Skelete eines Mannes mit dreizehn Rippenpaaren und dem eines Weibes mit zwölf Rippenpaaren die Schöpfungsgeschichte illustrirte. Betrachten wir die Gliedmaassen, so giebt es Ateles-Affen, die einerseits einen Daumen haben, andrerseits nicht. Jedermann weiss, dass Hunde häufig die Hinterdaumen oder Wolfsklauen haben, da sie doch gewöhnlich fehlen. Auch kennt man seit dem Bucephalus Alexanders die mehrhufigen Pferde und seit Herodot die einhufigen Schweine. Menschen überzählige Finger oder Zehen abzunehmen, hat es uns selbst an Gelegenheit nicht gefehlt. Wenn man um eine Fisch-

---

schädel das Zurücktreten jenes Antheils vorzüglich in der Verkürzung der Kiefer und dadurch in mangelhafter Ausbildung der letzten Zahnkeime hervortrete. Es handelt sich also um eine Erhebung gegenüber einem Mangel von geringerer Bedeutung.

art zu charakterisiren die Zahl ihrer Flossenstrahlen angiebt, so hat man nichts Bestimmtes, sondern man muss bei irgend grösseren Zahlen ein Minimum und ein Maximum aufführen.

Nimmt man das Organ, welchem vor Allen weder verborgene Lage noch hohe Bedeutung abgestritten werden kann, das Gehirn, so haben sich bei einigen Menschen verschiedener Herkunft folgende Volumina in Kubikzollen ergeben:

Europäer, kaukasischer Abkunft bis zu	116
Hottentott, Mann	75
Neger	69,3—60,5
Malaye	62,2—57,1
Hindu	46.

Ebenso ungleich wie die Gesammtgrösse sind am Gehirne Grösse der einzelnen Theile, Windungen, innere Einrichtungen. Bei Kühen kann man, statt vier Strichen am Euter drei, fünf oder sechs finden, bei Ziegen, statt zweier drei oder vier, selbst Menschen haben nicht selten überzählige Brustwarzen, wenn auch nicht zu den Zahlen der Isis hinauf. Wie gross ist nicht die physiologische Verschiedenheit in Fruchtbarkeit, Schnelligkeit, Kraft, Milchergiebigkeit, Frühreife mit den tiefsten Eingriffen in die Organisation? Wo endlich schwände nicht die Spezifizität der Eigenschaften, wo bereiteten nicht die Unterschiede der sich mit einander Paarenden die derjenigen vor, welche dies nicht thun, die der aus einer Brutstammenden die derjenigen, an deren Verwandtschaft wir nicht so leicht glauben? Je mehr man Individuen fand, um so mehr wurden die innerhalb dessen, was man für eine Art zu halten Anlass hatte, stehenden verschieden, um so mehr zeigten sich überall die Arten so, wie man es früher nur für wenige, die Hausthiere, annehmen zu müssen gemeint hatte, um so mehr näherten sich die früher deutlich geschiedenen Arten, um so mehr wurde in der Abstraktion die Art fraglich, während bei den ersichtlich verschiedenen Leistungen wohl niemals Jemand an eine solche volle reale Artidentität gedacht hatte, als seien die Stücke aus demselben Prägstocke hervorgegangen.

Wenden wir uns zu dem an dritter Stelle genannten Prinzipe, dem nach Hunter benannten Gesetze der vollkommenen Fruchtbarkeit der Nachkommen innerhalb der Art. Auch dieses, vorzüglich von Buffon betont und geprüft, giebt keinen absoluten Anhalt für die Zusammenstellung von Individuen zur Art oder deren Trennung. Was bisher Versuche ergeben haben, lässt annehmen, dass auch hier eine vermittelnde Relativität sich ergeben werde.

In der Frage von der Fruchtbarkeit wäre zu berücksichtigen, dass Fortpflanzung durch befruchtete Eier auf mehreren Faktoren beruht: auf der Darbietung von Eiern, deren Güte, Menge u. s. w., der Beschaffenheit des befruchtenden Sperma an sich und denjenigen Eigenschaften beider

Produkte und im Uebrigen der sie liefernden Thiere, welche für die Beziehungen derselben zu einander in Betracht kommen, also etwa Periode der Produktion, Relation der Energie des Samenfadens zur Reizbarkeit des Eis, Grösse des ersteren und Weite der Zugänge zum Dotter in der Eihaut, der Mikropylapparate, Beschaffenheit accessorischer Geschlechtseinrichtungen. Man hat dann zu berücksichtigen, dass sowohl verschiedene Arten eine sehr verschiedene Fruchtbarkeit zeigen, als auch innerhalb der Arten für Rassen und Individuen diese sehr verschieden ist, als auch endlich die Fruchtbarkeit desselben Individuums schwankt, so dass ein gleiches Maass für die Fruchtbarkeit innerhalb der Art im Prinzip nicht besteht. Buffon hat schon eine Fruchtbarkeitstabelle für 56 Säugethiere mit sehr grossen Differenzen zusammengestellt, aus welcher sich zu ergeben schien, dass die Fruchtbarkeit um so kleiner, je grösser das Thier sei, was jedoch nur im Vergleiche von Verwandten gilt. Viel grösser werden die Unterschiede, wenn man andere Thiere mit aufnimmt. Gegenüber Termiten, gewissen Fischen, Austern, welche angeblich Millionen von Eiern geben, steht dann der weibliche Elephant, welcher im nach allen Richtungen günstigsten Fall doch nur alle paar Jahre ein Kalb bringt. Für Rassen ist es beachtenswerth, dass gewöhnliche Schafe zwei Lämmer, eine Shangairasse deren sechs; gewöhnliche Hunde vier bis fünf Junge, die Leonberger und andre grosse Rassen gerne mehr, bis sechszehn, bringen; für Individuen, dass während gewöhnlich die Kuh ein Kalb, etwa unter hundert Fällen einmal deren zwei wirft, abnorm bis zu fünfzehn natürlich unbrauchbaren Embryonen beobachtet sein soll. Bei den Säugern kommt aber ausser der Lieferung der Eier, deren Befruchtung und erster Ausstattung eine bis zu mehr als einem Jahre dauernde Tracht in Betracht. Das erste Moment, das der Eilieferung, kann bei Vögeln besser für sich beobachtet und zuweilen mit der Befruchtungsfähigkeit der Eier verglichen werden. So, während für gewöhnliche mit dem Hahn vergesellschaftete Hühner kaum ein Ei unbefruchtet erscheint, bringt bei den Sebright-Bantams von dreihundert kaum eins ein Hühnchen. Insofern Brunst Eiablösung bezeichnet, lässt sich solche Sonderung auch auf Säuger ausdehnen und die Relation zwischen Eiablösung und Befruchtung darstellen. In den Würtembergischen Stammgestüten empfingen von den, natürlich nur wenn rossig, belegten, Stuten 1873 etwa 70%, im Durchschnitt rechnet man für Pferde 75%, aber Länder und Stationen geben sehr ungleiche Resultate. Aristoteles meinte, eine Stute sei nicht so regelmässig fruchtbar wie eine Eselin, wenn diese nur jung zur Zucht gezogen wäre, sie bedürfe der Pausen; Buffon sagt das Gegentheil, eine Stute empfange sichrer und trage sichrer aus als die Eselin, weil sie weniger brünstig sei. Auch für die männlichen Thiere sind ähnliche Unterscheidungen anzuwenden; im Oriente nimmt man einen Hengst nach gewissen Angaben für dreihundert, nach andern für nur zehn, bei uns etwa für

fünfzig Stuten genügend an. Durch zu häufigen Sprung der Eber soll die Zahl der Ferkel verringert werden. Wie für das befruchtete Ei bei Säugern noch die Fähigkeit der Mutter, es während seiner weitern Entwicklung zu ernähren, in Betracht kommt, so weiss auch Jeder, dass, wie es gute Leghühner giebt, so auch gute Bruthühner und umgekehrt. Man sieht, wie Vieles für Fruchtbarkeit bedeutsam ist, auf wie vielen verschiedenen Motiven Verringerung der Fruchtbarkeit beruhen kann, und wie übel es ist, mit dem Endergebniss als mit einem einheitlichen Faktor zu rechnen. Pflanzen wie Thiere ergeben in einigen Fällen nicht einmal eine gleichmässige Verringerung oder Vernichtung der Fruchtbarkeit in Kreuzungen, sondern ein doppeltes Gesetz der Fruchtbarkeit danach, wie sich die eine Art im Vater zu der andern in der Mutter, und diese als Vater zu jener als Mutter verhält. Die im einen Fall mögliche Bastardirung kann im andern versagen.

Für Pflanzen hatte Kölreuter schon von 1761 an mit Bastardirung experimentirt. 1773 begann Herr Surirey von Boissy die Zucht mit Hund aus Wölfin, welche Buffon mit Fruchtbarkeit bis in vierter Zeugung, trotz Verwandtschaftspaarung, fortsetzte, über Alles genau berichtend. Aehnliche Versuche wurden auch über Buffon's Zeit hinaus im Jardin des plantes fortgeführt und erhielt Geoffroy von Schakal und Hund drei, Flourens vier Generationen. Auch fand man 1859 im Freien bei Poitiers fünf Bastarde von Hund und Wölfin, den Vater durch hängende Ohren und weisse Flecken verrathend. Menagerieen haben öfter solche Bastarde geführt, auch der Zoologische Garten, welcher kurze Zeit in Heidelberg bestand, besass einen. Die Versuche hatten für Buffon den besondern Sinn, für die Vererbungsgesetze den etwaigen Einfluss des Vaters oder der Mutter auf die Brut besser erkennen zu können, wegen der bei Bastardirung viel bestimmteren Verschiedenheit beider. Deshalb verfolgte er mit Eifer die Kreuzung der Pferde und Esel, deren Produkte zu ältester geschichtlicher Zeit vom Menschen benutzt wurden. Aristoteles sagt, wenn der Hengst eine Eselin oder der Esel eine Stute bespringe, so schlage das viel eher fehl, als wenn sich die „Homogenen" paarten. Er unterscheidet bestimmt die Nachkommen von Pferdehengsten und von Eselhengsten, während jetzt von ersterer Zucht kaum oder gar nicht Gebrauch gemacht zu werden scheint. Die Bezeichnung der Bastardnachkommen vom Pferdehengst als ἴννος, ἵννος, γίννος, lateinisch Hinnus, gegen den ὀρεύς, lateinisch Mulus, vom Eselhengst ist jedoch nicht aus Aristoteles zu begründen. Γίννος ist ihm ein Zwergpferd, ein Kümmerling von der Stute geworfen, der auch im unvollkommnen Erfolg des Sprunges eines Maulesels fallen könne. Nach Aristoteles nämlich springen männliche Maulesel in der Fülle der Kraft; man sieht solches nicht selten und sie erzeugen zuweilen schwache Früchte mit der Stute, weibliche empfangen zuweilen, ver-

werfen aber meist*). Auch **Buffon** unterschied auf Herkunft vom Pferde-
hengst den Bardeau vom Mule; die Abbildung jenes zeigt gegenüber dem
eleganten Maulthier einen Krüppel. Im Deutschen hat man ohne gleich-
mässige Tendenz Maulthier und Maulesel**) entgegenzusetzen versucht, mehr
nach äusserer Erscheinung die Herkunft konstruirend, ohne Kontrolle der
Art der geschehenen Kreuzung, und nachher daraus dieses und jenes Erb-
theil vom Vater und der Mutter abgeleitet und haltlose Theorieen darauf
begründet. Beispiele von Fruchtbarkeit von Mauleselinnen sind in heissen
Ländern nicht gar selten, gelten aber als von böser Vorbedeutung und
führen meist zu keinem guten Ende. Sie waren schon Buffon bekannt.
Berühmt geworden ist namentlich die Mauleselin des Herrn **Carra** i
Valencia, welche von zwei verschiednen Hengsten sechs ausgezeichnet schön
Fohlen warf, von denen eins jedenfalls sechs Jahre alt geworden ist. Ei
Nachkömmling einer Mauleselin soll als neapolitanisches Militärpferd gut
Dienste gethan haben. Auch **Paul Bert** beschrieb den Fötus einer Mau'
eselin. **Buffon** erklärte die geringere Fruchtbarkeit in und aus Artmischun
daraus, dass die Zahl der Uebereinstimmungen, welche die Arten bilden
welche zugleich die Beziehungen des physikalischen Triebes bestimmen un
alle Gefühle vermehren, verringert sei. Aber, während das Vorurtheil sag
alle Bastarde, Mules, seien fehlerhafte Wesen, welche nicht zeugen könnte
sage die Logik und Erfahrung, kein Thier, wenn auch von zwei Arte
herstammend, sei völlig unfruchtbar; alle können zeugen und der Unter
schied liege nur im Mehr oder Weniger. „Im Allgemeinen“ sagt Buffo
„ist die Artverwandtschaft eines jener tiefen Geheimnisse der Natur, welch
der Mensch nur durch eben so oft wiederholte als lange und schwierig
Erfahrungen ergründen kann. Auf welchem anderen Wege als durch di
Erfolge einer tausendmal versuchten Vermischung von Thieren verschieden
Art kann man den Grad der Verwandtschaft erkennen? Ist der Esel ei
näherer Verwandter vom Pferde als vom Zebra, steht der Wolf dem Hund
näher als dem Fuchse und Schakale? In welche Entfernung vom Men
schen sollen wir die grossen Affen, welche ihm ihrer Körperbildung nac
so vollkommen gleichen, stellen? Waren alle Thierarten ehemals das, wa

---

*) Wenn weiter, weil **Aristoteles** neben *ὀρεύς* für den Maulesel auch *ἰ...*
νος braucht, **Aubert** und **Wimmer** übersetzen: „die Maulesel hingegen, welch
in Syrien oberhalb Phönikien leben, begatten sich und gebären Junge, so fügt d...
Aristoteles selbst hinzu, das sei eine verschiedene Art. Es sind hier ohne Zw...
fel asiatische Wildeselformen gemeint, eher Hemippus als Onager. Den Sprung v...
Mauleseln sah ich selbst.

**) Rave übersetzt bardeau: Maulpferd; das „Maul“ ist hier überall eine Ve
hochdeutschung; man sollte Mulesel sagen; ähnlich, selbstredend aus ander
Ableitung, ist Maulwurf aus Mullwurf entstanden. Die französische Sprache h...
mule überhaupt für Bastard aus allerlei Kreuzung.

sie jetzt sind? Ist ihre Zahl entweder vermehrt oder vermindert worden? Sind die schwachen Arten nicht durch die stärkeren oder durch die Tyrannei des Menschen, dessen Anzahl tausendmal grösser geworden ist als die irgend einer mächtigen Thierart, vernichtet worden? Welche Beziehungen können wir zwischen der Artverwandtschaft und einer mehr bekannten, nämlich der der verschiednen Rassen in derselben Art aufstellen?"

Buffon zog auch Bastarde von Ziegenböcken und Schafen. Man hat neuerdings behauptet, dass Kreuzung mit Ziegenböcken in den Schafheerden gewisser Gegenden Südamerika's für die Wollqualität vortheilhaft sei. Er berichtet über abnorme Begattungsversuche zwischen Stier und Stute und Hund und Schwein. Die alten Nachrichten über Bastarde aus ersterer Kreuzung oder ähnlicher, wie z. B. die von Shaw über einen Einhufer mit Haar, Schwanz und Kopf gleich der Kuh, aber ohne Hörner, als Bastard von Esel und Kuh unter dem Namen Kumrach, also wohl identisch mit dem der angeblichen afrikanisch-arabischen wilden Zwergpferde, Koomrah, oder die von Buffon selbst von Stier und Eselin aus Korsika scheinen nach gemischten Eigenschaften abgeleitet; also etwa von einem Pferde mit schwerem Kopf, schlaffen Ohren, haararmem Schwanze, oder für das Gnu mit Pferdeähnlicher Bewegung und Halshaltung, auch breitbehaartem Schwanze, aber mit Hörnern und Kuhfüssen, oder für den Moufflon mit Mähnen und elegantester Haltung. So wird auch die von Scudder 1873 der Boston society gemachte Mittheilung von Bastarden zwischen Katze und Kaninchen darauf beruhen, dass man schwanzlose, weichhaarige Katzen rabbit-cats genannt und die Geschichte des Ursprungs nach dem Namen gemacht hat. Was die Bastarde von Hund und Schwein betrifft, von welchen öfter aus Mexiko berichtet wird, so kann ich mir auch für diese Sage nur eine ähnliche Ableitung denken; vielleicht beruht sie auf Nasua. So betrachten auch die Jäger von Pernambuco das nur an den Seiten Schilder tragende Gürtelthier Scleroderma Bruneti Alph. Milne Edwards als einen Bastard zwischen Gürtelthier und Ameisenfresser, Tamandua. Von ausgezeichneten Säugern kann man noch Bastardzucht erwähnen von Löwe und Tigerin, von welchen ein Nachkomme Jahre lang in der Menagerie van Aaken lebte; vom Rind mit dem Pferdeschwanz, Yak, Bos grunniens mit dem Zebu, Bos indicus, deren Bastarde nach Schlagintweit Chooboo heissen, fruchtbar sind und das nützlichste Hausthier der Himalajagegenden bilden; von Bos indicus mit dem gemeinen Rinde, wie sie Nathusius ohne ersichtlichen Vortheil für landwirthschaftliche Zwecke zog; von Steinböcken und Ziegen, wie sie am Abendberge und bei Andermatt getrieben wurde, deren Produkte durch Nager Donazians in den Handel kamen, von Moufflon und Schaf, Schafbock und Ziege, von verschiedenen Hirschen, fraglich von Hirsch und Rind, wovon ein Fall aus Würtemberg berichtet wurde,

von Zebra und Stute, von Hemippus mit Pferden und Eseln, von Kamel und Dromedar, von virginischen mit mexikanischen Hirschen. Von Vögeln ist eine interessante wilde Bastardform der Rackelhahn, Tetrao intermedius. von Auerhahn und Birkhuhn, es kommen in der Gefangenschaft Bastarde von Perlhühnern und Pfauen vor. Sclater zog Bastarde von Gallus bankiva, der vermeintlichen Stammform des Haushuhns, mit den wilden Gallus furcifer und Gallus Sonnerati. In erster Vermischung waren diese Arten sehr fruchtbar mit einander, weitere Versuche missglückten so sehr, dass eine Hoffnung auf dauernde Erhaltung der Bastardzucht nicht blieb. Verschiedene Arten von Enten und Gänsen sind besonders geneigt zu Kreuzungen; die Bastardirungen gezähmter Kanarienvögel mit Hänflingen, Stieglitzen u. s. w. sind ganz bekannt. Von Fischen zog Millet 1854 Bastarde zwischen Forelle und Aesche, später zwischen Salmo salar, umbla, fario, ferox, lemanus; ähnlich kreuzten Coste und Gerbe zwischen verschiedenen Salmoniden und zwischen den Karpfenarten Cyprinus carpio und Carassius gibelio. Die Fischzuchtanstalten berechnen Bastarde etwas theurer, also ist die Sicherheit der Befruchtung oder gedeihlichen Entwicklung der Embryonen wohl geringer. Bei Fischen sind in der Regel wegen des Ausschlusses der Begattung alle diese berührenden Einrichtungen ausser Betracht; bei der künstlichen Befruchtung, einer künstlichen Besamung der künstlich entleerten Eier, selbst ganz und gar die Neigung zu solcher; auch fallen durch die meist ziemlich grosse Breite der Fortpflanzungsperioden sonst bei Kreuzung wichtige Momente weg. Alle Versuche solche Fischbastarde aus Lachsforellenweibchen, Trutta lacustris, und Salblingmännchen, Salmo salvelinus, oder Salblingweibchen und Seeforellenmännchen, Trutta fario. unter einander in künstlicher Befruchtung fortzupflanzen, blieben nach Fitzinger vergebens. Auch Amphibien sind der Bastardirung fähig. Gervais erwähnt der Bastarde des Siredon des Pariser Gartens, welcher wahrscheinlich Ambystoma luridum ist, mit Triton cristatus.

Entsprechend der Meinung Buffon's hielt Geoffroy die Sterilität der Bastarde für eine Sage, durch die Maulthiere entstanden. Am bestimmtesten veranlassten die Mittheilungen von Broca über die Bastardzucht der Hasenkaninchen von 1858 an, welche Herr Rouy in Angoulême seit 1854 mit Nutzen eingerichtet hatte, die 1860 bereits bei der dreizehnten Generation angekommen war und deren Produkte, Lièvres-lapins, unter einander und mit den beiden Stammarten fruchtbar waren, namentlich Flourens. das Hunter'sche Gesetz nicht mehr als ein absolutes anzusehn. Die Beschränkung der Fruchtbarkeit in den verschiedenen Fällen erschien als eine ungleiche; es blieb immer noch möglich, die Fruchtbarkeit in Kreuzung, wenn nicht mehr als ein Mittel für Artabgränzung, doch als eins für Verwandtschaftsbemessung anzuwenden. Die Zweifel an der Existenz der Hasen-Kanin-Bastarde sind wohl nur daraus entstanden, dass reine Kanin-

chenracen unter jenem Namen verkauft worden sind. R. Wagner hatte bei Kanarien- Stieglitzbastarden unvollkommene Samenfäden gefunden. Aehnliches berichtete man auch von Maulthierhengsten. Gerber und Winkler fanden dagegen sehr grosse Samenelemente bei Letzteren, mit grösseren Köpfen und Schwänzen als beim Pferde. Indem Bastarde in der Regel üppiger, fetter sind, als der Durchschnitt der Eltern erwarten liesse, dagegen leicht unfruchtbar oder weniger fruchtbar, lässt sich jener Befund vielleicht als eine üppigere Gewebsentwicklung in das erste allgemeine Prinzip einreihen und für das zweite, die geringere Fruchtbarkeit, nicht allein damit verwerthen, dass diese beträchtlichere Grösse zuweilen den Durchtritt zum Ei durch die besonderen Einrichtungen der Eihülle unmöglich mache, sondern auch damit, dass die Samenelemente ihre spezifischen Eigenschaften nicht mit der Präzision ausbilden, welche für die Funktion erforderlich sei. Die beträchtliche Körperentwicklung von Bastarden überhaupt aber lässt sich vergleichen mit der an den Geschlechtsorganen verstümmelter Thiere.

Dass Buffon aus Bastardirung für Bestimmung der Vererbungsgesetze mit Rücksicht auf Vater und Mutter Aufklärung zu ziehen hoffte, beweist, dass er in dieser Beziehung Arten und Varietäten innerhalb der Art unter einem Gesichtspunkte betrachtete. Diese Aufklärungen sind auch heute noch gar nicht gewonnen. Die Versuche sind langwierig, die Deutung der Thatsachen, die Auflösung der Motive ist schwer. Nicht einmal die Farbenvererbung ist festgestellt. Vor zweihundert Jahren berichtete Leeuwenhoek, dass seine Mitbürger in Delft, welche viele grosse weisse und bunte, blaue, schwarze Stallkaninchen hielten, diese im Frühjahr mit wilden ganz grauen Rammlern paarten, um die stets und in jeder Beziehung nach dem Vater schlagenden, namentlich immer einfärbig grauen Jungen als wilde Kaninchen an den Markt bringen zu können. Isidore Geoffroy dagegen sagt, die Bastarde seien nie einem der beiden Eltern gleich, sie bildeten stets eine Fusion der Eigenschaften aus; Nathusius fand in äusserst gründlichen Untersuchungen am Schweineschädel, dass in Kreuzungsprodukten nicht ein Durchschnitt aller Eigenschaften beider Eltern, vielmehr eine Mischung aus einem Antheil indischer mit einem Antheil deutscher Eigenschaften sich bildete. Nach den Untersuchungen von J. v. Fischer 1874 über Vererbung von Farbenvarietäten, vorzüglich bei Mus decumanus, deren Beschreibung im Einzelnen übrigens schon Anstände ergiebt, träfe die Meinung, dass durch Kreuzung die Zwischenglieder zwischen zwei Rassen innerhalb der Art hergestellt werden können, für die Farbenvarietäten nicht zu. Die Produkte der Kreuzung zweier verschiedner Farbenvarietäten trügen nach ihm stets die Farbe des Vaters, bei verschiedenen konkurrirenden Vätern einzelne die verschiedener Väter, oder sollten im letzteren Falle in Melanismus, Ausbildung des schwarzen Kleides, verfallen. v. Fischer geht danach so weit, es unter die Kennzeichen der Artzusammengehörigkeit

aufzunehmen, dass in Kreuzungen das Produkt keine Mischfärbung, sondern die des Vaters trage. Dagegen sind, um gleich etwas aus der Tageslitteratur entgegen zu stellen, die Fohlen, welche im grossen ungarischen Gestüte Mezöhegyes vom berühmten braunen Hengst Palestro fielen, nach Lydtin in der Mehrzahl Fuchsen; der arabische Schimmelhengst Schaggr erzeugt mehrfach braune Fohlen. Der verallgemeinernde Schluss von v. Fischer trifft nicht zu. Man kann auch nicht etwa sagen, für Ratten sei es so, für Pferde anders, denn in andern Fällen haben Hengste mit grosser Entschiedenheit die Vererbung ihrer Farbe durchzusetzen vermocht. So vererbte der berühmte Hengst Eclipse einen Fleck an der Hüfte bis auf die Urenkel. Es ist gewiss nicht a priori zu sagen, dass die Vererbungskraft für eine Eigenschaft gleich gehe mit der für alle anderen, oder für eine Eigenschaft gleich bei verschiedenen Thieren. Da Bienenköniginnen männliche Brut aus unbefruchteten, weibliche aus befruchteten Eiern geben, gestattet die Bienenzucht die reine Erbschaft aus der Mutter mit der aus zwei Eltern direkt zu vergleichen. Hat man eine italienische Königin, so sind die von ihr stammenden Drohnen immer rein italienisch und geben die Gewissheit der Abstammung; hat dieselbe von einer deutschen Drohne Sperma empfangen, so sind nach v. Berlepsch die erzeugten Arbeiterinnen theils von vermittelndem Ansehn, theils aber nicht von italienischen, theils nicht von rein deutschen zu unterscheiden. Dieses und die Beobachtung von Nathusius über Bildung eines Gemisches von Eigenschaften machen geneigt, für die in Bastardirung so unsichere Fruchtbarkeit mit Buffon den Grund darin zu suchen, dass den Produkten die Konkordanz der Eigenschaften nicht gesichert ist, welcher das Lebende zur Erfüllung seiner Aufgaben nicht entbehren kann. Es begreift sich, dass eine genauere Kenntniss des zu Erwartenden für Thierzucht von der grössten Bedeutung wäre.

Wenn man die Ursache dafür, dass die Fruchtbarkeit in erster Paarung oder doch in nachfolgenden verringert, oder aufgehoben, oder gar die Paarung verweigert wird, in dem Mangel ausreichender Aehnlichkeit der Gestalt und der physiologischen Arbeit suchen muss, so scheint sich andrerseits eine zu grosse Aehnlichkeit oder zu nahe Verwandtschaft für die Nachkommenschaft ungünstig zu verhalten. Auch diese Frage hat sich als sehr schwierig erwiesen, namentlich durch eine Vermischung der Bedingungen. Indem nämlich in der Viehzucht Verwandtschaftspaarung vorzüglich deshalb geübt wurde, weil ein einmal gezogener Stamm besondere edle, das heisst in dem spezifischen Gebrauchszweck kostbare, Eigenschaften besass und man diese nicht durch andres Blut stören wollte, ist der Erfolg der Verwandtschaftszucht gemischt mit dem Erfolge der Zucht aus in sehr bestimmter Richtung potenzirten, verfeinerten, häufig auch besonders vorsichtig gehaltnen und verwöhnten, auch der Sichtung aus andern Rücksichten nicht hinlänglich unterworfenen Stücken. Es ist im Einzelfalle schwer zu unter-

scheiden, welchem Umstande eintretende Mängel zuzuschreiben seien. Jedenfalls entspringen die Vortheile der Verwandtschaftszucht nur aus den besseren Eigenschaften der verwandten Thiere, während die Nachtheile vielleicht nicht nur aus deren Besonderheiten, sondern aus der Verwandtschaft an sich entspringen. Bei vorhandenen Fehlern ist Verwandtschaftszucht sehr bedenklich; sie werden, da die Ausgleichung fehlt, leicht gesteigert. Bei Zuchten aus sehr berühmten Hengsten, dem Highflyer des Lord Derby, dem Morwickball des Graf Plessen zu Ivenack, dem Turkmainatty in Trakehnen, in den andalusischen Gestüten, im hannöverschen Gestüte Memsen für gleichfarbige Pferde, Isabellen, Schimmel, ist die Verwandtschaftspaarung wesentlich unglücklich gewesen. Dagegen züchteten bei Schafen und Rindern die berühmten englischen Züchter Bakewell und Colling vielfach in Verwandtschaft und die berühmte Kuh Clarissa hatte $^{15}/_{16}$ vom Vater, das heisst, sie war Ururenkelin, Urenkelin, Enkelin und Tochter desselben Farren. Man darf bestimmte Gestütsprodukte von Jahrzehnte hindurch konformer Erscheinung, wie etwa schwarze Trakehner, doch nicht als ausschliessliche Reinzuchtprodukte betrachten, man hat für solche Gestüte aus sehr verschiednen Gegenden immer wieder neue Hengste eingeführt. Ebenso wenig sind englische Shorthornrinder, frühreife Schafe und Schweine aus reiner Verwandtschaftszucht hervorgegangen. Die berühmten englischen Vollblutpferde beruhen, vom Aelteren abgesehen, auf von Carl II. 1680 eingeführten zwölf maurisch-berberischen Stuten, dem Berberhengst Godolphin, dem Araberhengst Darley und dem Turkmannenhengst Byerly. Man kann also in allen diesen Fällen aus dem Gedeihen einer Vollblutzucht nicht das der eigentlichen Verwandtschaftszucht erschliessen; wie man auch nicht umgekehrt aus dem Verkommen der Verwandtschaftszucht in gewissen Rassen das der Verwandtschaftszucht überhaupt erschliessen darf. Für solches haben wir schon der geringen Fruchtbarkeit der Sebright-Bantams gedacht; bei Shorthorn- und ähnlichen Rindviehrassen und bei Schweinen findet man viel Lungenkrankheiten, Tuberkeln, sogenannte Skropheln, Perlsucht, Verringerung der Fruchtbarkeit, bei Merinoschafen Verzwirnung der Wolle. Aber liegen nicht gleich in anderen Umständen mögliche Quellen, in der heruntergedrückten Grösse bei den Bantamzwerghühnern, also auch starker Aenderung des Eis; in der dauernden Stallhaltung und der Ueberanstrengung von Kreislauf und Athmung bei jenem Milchvieh, in der Verwendung des Nährmaterials für die Fettbildung, der Umhüllung der Eierstöcke durch Fett, der Verfettung der Muskulatur auch in angebornem Erbtheil bei den Schweinen? So meinen auch, nachdem man in der Regel die Ehen zwischen Blutsverwandten für bedenklich hielt, daraus Taubstummheit, Epilepsie herleitete, im gemeinen Urtheile wie in verschiednen wissenschaftlichen Berichten aus Frankreich und von Lewis aus Amerika, Bourgeois, nach Untersuchungen aus eigener Familie und andern 1859, und Perier, nach genauester Durch-

musterung aller Resultate aus sechsundzwanzig Ehen von Blutsverwandten, dass der Einfluss der Verwandtschaftsverbindung gut oder schlecht sei, je nachdem die betheiligten Individuen von konstitutionellen Krankheiten frei oder befallen sind. Darwin aber, wird in diesem Augenblicke von den Zeitungen berichtet, habe in London vorgetragen, es entstehe in England die Hälfte aller taubstummen und blödsinnigen Kinder aus Ehen von Geschwisterkindern. Während einige direkt eine Verringerung der Fruchtbarkeit aus der Verwandtschaftspaarung herleiten, kann man, wenn solche eintritt, sie auch auf der zunächst eingetretenen konstitutionellen Schwäche beruhend annehmen.

Nach allem diesen hat es bei Thieren noch nicht vollständig sicher gestellt werden können, dass ein gewisser, für die einzeln ungleich liegender Grad von Aehnlichkeit die günstigsten Bedingungen für die Fortpflanzung gewähre und dass ihm hierbei ein gewisser Grad von wirklicher Verwandtschaft gleich wirke oder worin das verschieden zu erachten sei, und ob jenseits eines bestimmten Punktes der Aehnlichkeit oder Verwandtschaft, wie nach der Verringerung, so nach der Vermehrung hin, sich die Fortpflanzungswahrscheinlichkeit verringere. Auch kann der Gegensatz, welcher sich zwischen Fruchtbarkeit und persönlichem Gedeihen in mancherlei Beziehungen herausstellt, weder über eine gewisse Gränze hinaus ausgedehnt und als ein absoluter betrachtet, noch einfach auf die besonderen und verwickelten Verhältnisse der geschlechtlichen Zeugung mit Brutpflege übertragen werden.

Die Untersuchungen an Pflanzen sind viel leichter und ergiebiger. Die Selbstbefruchtung zweigeschlechtlicher Blüthen ist gewiss die stärkste Verwandtschaftszucht. Caspary meint, dass sie wenigstens für manche Pflanzen die Regel sei und ohne Schaden lange ertragen werden könne. Darwin dagegen hat geglaubt von der Botanik aus den Satz aufstellen zu können, dass Zwitter sich nicht ewig in Selbstbefruchtung fortpflanzen, welcher Satz also auch auf Thiere gelten könnte. Jedenfalls zeigen gewisse dimorphe Pflanzen, Primula, Linum, Pulmonaria, und trimorphe, Lythrum salicaria, welche am deutlichsten den Einfluss von Verschiedenheit der Individuen für die Befruchtung bemessen lassen, Unterschiede für den Grad der Fruchtbarkeit einzelner Kreuzungen und den Vortheil der Verbindung verschieden Gestalteter. Auch Sachs meint, dass die geschlechtliche Vereinigung zu nahe verwandter Sexualzellen nachtheilig sei, um so mehr, je weiter die morphologische und sexuelle Differenzirung fortgeschritten sei. In der Vereinigung der männlichen und weiblichen Zelle überhaupt findet er das Motiv zur Entwicklung eines histologisch und morphologisch höher organisirten Pflanzenkörpers. Von besonderm Interesse sind deshalb auch bei Pflanzen die 1761 von Kölreuter, dann 1793 von Conrad Sprengel erkannten Einrichtungen, welche das Zusammenkommen der männlichen

Produkte mit den weiblichen derselben hermaphroditischen Blüthe hindern oder erschweren; theils ungleichzeitige Reife, Dichogamie, welche auch bei hermaphroditischen Thieren gemein ist, theils mechanische Hindernisse, z. B. Heterostylie, ungleiche Länge von Filamenten und Griffeln, theils physiologische Unwirksamkeit. Für die Begegnung getrennt entstandener Geschlechtsprodukte sorgen dann theils ausschnellende Pollenwölkchen, theils der Wind, besonders aber auch die Nektar suchenden, Staub übertragenden Insekten, welche dadurch nach Darwin's Untersuchungen und Theorien in ausgezeichneter Weise auf die Gestaltung der Pflanzenwelt eingewirkt haben und ebenso an sich die Folgen dieser Beziehungen erlitten.

Man hat die Fruchtbarkeit und das Gedeihen durch die Generationen speziell zur Entscheidung der Frage anzuwenden versucht, ob das Menschengeschlecht verschiedene Arten oder nur verschiedene Rassen enthalte. Auch hier sind die einzelnen Ergebnisse nicht gleichmässig genug, um eine entsprechende Entscheidung zu geben. K. E. v. Bär hat die Sache eingehender Untersuchung unterworfen. Ueberall werden Mischlinge erzeugt. Einige haben eine grosse Lebensenergie und ihre Fruchtbarkeit lässt nichts zu wünschen übrig. So bilden die Bastarde von Holländern mit Hottentottinnen und Buschweibern das kräftige Volk der Griquas. Die Bastarde der Neger und Indianer am Amazonenstrom, Zambos und Kafuzos, sind weit zahlreicher als die Stammrassen. Die Mischlinge der englischen Matrosen mit den Tahitierinnen waren ohne Zweifel fruchtbar. Andre erliegen nach einigen Generationen, so die zahlreichen Abkömmlinge der Holländer mit malayischen Mädchen, die Liplapen, oder erreichen nicht einmal solche, wie es von Europäern mit Australnegerinnen behauptet wird. Diese Beobachtungen sind jedoch durchaus nicht rein, die moralischen Verhältnisse sind oft deprimirender als die physischen und vernichten die reinen eingebornen Bevölkerungen, welche mit einer Kultur, der sie nicht gewachsen sind, plötzlich in Berührung kommen, ebenso rasch als die augenscheinlich solchen noch mehr ausgesetzten Mischlinge. So erlagen die Tasmanier und Andere auch an sich dem Branntwein und den Seuchen, Pocken und Syphilis, welche über uncivilisirte und im Laufe der Generationen nicht schon mit ihnen geimpfte, hülflose Völker mit furchtbarer Gewalt herfallen. 1872 und 1873 starben in New-Orleans auf je tausend weisse Kinder unter zwei Jahren nur 154 und 181, an farbigen 298 und 335, fast die doppelte Mortalität. Dass jene Nebenumstände für den schlimmen Ausgang nicht ohne Bedeutung sind, wird besonders klar durch einzelne Fälle guter Fruchtbarkeit bei den genannten sonst verderblich erachteten Kreuzungen. Der von Sidney entsprungene Sträfling Buckley soll mit Australnegerinnen eine Menge Bastarde erzeugt haben. Dass häufig solche nicht in den gewöhnlichen Verhältnissen erzeugte Kinder getödtet oder schlecht ernährt werden, auch dass z. B. die Malayinnen, wenn sie die Konkubinate eingehen, fast noch unreif sind, oft zwölf-

jährig*), käme auch in Betracht. Es ist betont worden, dass in einigen Fällen eine Menschenrasse mit einer zweiten sich besser verband als mit einer dritten. Namentlich sollen die von Romanen und Arabern mit Negerinnen erzeugten Mulatten bessere Aussichten haben als die von Germanen. Die Kreuzungen nordamerikanischer Indianer mit Europäern haben meist sehr schlechte, zuweilen ganz gute Resultate ergeben. Wenn man bei den besonderen Verhältnissen kaum mit Bestimmtheit sagen kann, ob ein Theil der unglücklichen Schicksale solcher Bastardvölker direkt physisch auf den Ursprung aus Kreuzung, sei es durch Abschwächung der Lebensenergie, sei es durch Verringerung der Fruchtbarkeit, zu schieben sei, so ist wenigstens geschichtlich öfter ein von einem andern überzogenes Volk vor ihm erlegen, ohne erhebliche Spuren seiner Untermischung gelassen zu haben. Die Entwicklung verschiedener Völker ist mehr durch Spaltung als durch Vermischung zu erklären.

Unsere Hausthiere, indem sie sich mit einander zu paaren pflegen ohne ersichtliche Rücksicht auf beträchtliche Unterschiede innerhalb der zur Art verbundenen Menge, wobei die besonderen Fruchtbarkeitsverhältnisse einzelner Kreuzungsweisen keineswegs gehörig studirt wurden, haben Veranlassung gegeben, den Rassenbegriff dem Artbegriff damit entgegenzusetzen, dass eben Rassen trotz der ersichtlichen Unterschiede unbegränzt untereinander fruchtbar seien. Man charakterisirt einzelne Rassen nach hervorragenden Eigenschaften oder Eigenschaftskomplexen, wenn dieselben in Vererbung ausdauern. Auf das, was aus ihrer Mannigfaltigkeit für ihren Ursprung weiter erhelle, haben wir später zurückzukommen. Wenn wir mit Agassiz annehmen wollten, Thiere seien für jede Schöpfungsperiode mit gleichbleibender Gestalt, die heutigen, so wie sie jetzt sind, geschaffen, aber nicht in Paaren, sondern in ähnlichen Mengen, wie sie heute leben, so bestände für das Kriterium des Artzusammenhangs eine nothwendige Verbindung zwischen Gleichbeschaffenheit und Fruchtbarkeit unter einander einerseits und Abstammung andrerseits nicht, aus jenen könnte auf diese nicht geschlossen werden.

Wir haben in der Behandlung der Versuche, den Artbegriff zu befestigen, an mehreren Stellen vorgegriffen und kehren zurück zur Zeit Cuvier's, der mit Brogniart mit der Erkenntniss der Verschiedenheit der Organismen verschiedener Schöpfungsperioden die These der Unveränderlichkeit der Art für die Zeit ihrer Existenz vergesellschaftet hatte. Die

*) Dalton sah bei den Boyars in Bengalen ein elfjähriges Ehepaar. Bei dem an Ceremonieen reichen Stamme der Dieyerie in Australien, nördlich Adelaide, sind die Ehen innerhalb der einzelnen Zweige des Stammes, welche besondere Namen führen, verboten. Ihr Mythus erzählt, dass diese Vorschrift eingeführt worden sei, nachdem aus Familienheirathen üble Folgen entstanden waren.

Geologie ging mit Riesenschritten ihren Weg und es wurde nöthig die Sonderung fossilführender Schichten immer weiter zu führen. Lehmann, zugleich einer der ersten, welche aussprachen, dass eine genaue Kenntniss der Erdschichten einen Führer für den Bergbau abgeben könne, eine Geographia subterranea, hatte in seiner Geschichte von den Flötzgebirgen 1756 von den primitiven, krystallinischen, versteinerungslosen Gesteinen die sekundären unterschieden als solche, welche eine Entstehung aus früher bestandenen in Niederschlägen aus dem Wasser zur Zeit der Anwesenheit organischer Naturprodukte verriethen. Die Werner'sche Schule unterschied von diesen die Neu-Flötzgebirge; das wurde übertragen in Tertiärgebirge, welche die oberflächlichen sogenannten Diluvialprodukte umfassen sollten, namentlich von Brocchi im Subappennin vom eigentlichen Appennin geschieden, dem Lebenden in ihren Fossilen näher, aber auch schon dort nicht in ihrer besondern Art als universell, sondern als von ähnlichen Bildungen andrer Orte verschieden erkannt. Schon etwas eher betonte Parkinson 1811, dass eine dieser Tertiärlagen in England, welche bis zur Kreide herunter zusammengefasst eine unerwartete Fülle organischer Reste zeigten, der Suffolk Crag, den Pariser Lagern gegenüber verschieden sei und für beide ein ungleiches Alter angenommen werden müsse. Während bereits von den sekundären Lagern, spätern paläozoischen des Philipps, das Uebergangsgestein und von dem Tertiären das Postdiluviale, Quaternäre oder Quartäre, abgetrennt, also eine Fünftheilung eingeführt worden war, ging Elie de Beaumont zunächst auf sieben, dann auf zwölf, dann fünfzehn Lagen mit verschiednen Schöpfungen und glaubte deren endlich sechszig oder gar hundert annehmen zu sollen. Die Spezialsündfluthstheorie Cuvier's war damit hinfällig, aber man fand überhaupt Schwierigkeit festzuhalten, dass alle diese Schöpfungen durch gewaltige Erdstörungen getrennt, gänzlich aus Vernichtung neu geworden seien. Mit dem Materiale an Fossilen ging es sehr bald wie mit dem in den Museen aus lebender Schöpfung Aufbewahrten; je mehr es sich häufte, um so mehr wuchsen die Zweifel an der Spezifizität der einzelnen Schöpfungen.

Den ausdrücklichen Bruch mit der Vergangenheit haben wir Lyell zu verdanken, welchen man mit Recht den Vater der neueren Geologie genannt hat. Nachdem dieser 1830 in seinen Principles of geology nachgewiesen, dass die jetzt auf der Erde waltenden Kräfte ausreichend seien, mit ihnen unter Hülfe grosser Zeiträume die Effekte an der Erdoberfläche überall zu erklären, und so die Theorie der grossen Erschütterungen von geologischer Seite her überflüssig geworden war, suchte er das biologisch auszuführen durch den Beweis des Voranlebens zahlreicher Organismen über die vermeintlich durch die Kataklysmen gebildeten Abschnitte hinaus und gab dem Ausdruck und Nutzanwendung durch die Klassifikation jener tertiären Lager nach der Vertretung der Schalen noch lebender Molluskenarten in ihnen.

Nach den mit Deshayes 1838 veröffentlichten Ergebnissen aus der Untersuchung von 3000 tertiären Fossilen und 5000 Schalen lebender Weichthiere ergab sich, dass von den Weichthieren, deren Schalen sich finden in:
den untern Tertiärlagern von London und Paris, noch: 3,5%
von denen in den mittlern Tertiärlagern der Loire und Gironde: 17,0%
und von denen in den Subappenninschichten: 35—50,0%
unter den Lebenden vertreten sind. In den aus dem Meere aufsteigenden Bergen Siziliens sind sogar 90—95% der fossilen Schalen recent. So gab Lyell nach dem Auftauchen, der Zunahme, der reichlichen Vertretung lebender Konchylien den Abtheilungen der Tertiärformation die Namen: Eocän, Miocän, Alt- und Neupliocän oder statt des letztern 1839 Pleistocän, welcher Ausdruck durch Forbes auf die nachtertiären Schichten übertragen wurde.

Die neuen Entdeckungen waren in der direktesten Weise aus den Untersuchungen herausgewachsen, welche die Verschiedenheit fossiler Organismen von den lebenden bewiesen hatten, sie beruhten selbst noch auf der Anerkennung der Artunterscheidung. Aber, indem sie die Aehnlichkeit der aufeinanderfolgenden Stationen der Schöpfung umgekehrt proportional zeigten der zeitlichen Entfernung, machten sie, zugleich gestützt auf die Aenderung des geologischen Verständnisses, es äusserst wahrscheinlich, dass es sich nicht etwa um Neuschöpfungen handle, welche den vorausgegangenen wegen der ähnlichen äussern Umstände etwas ähnlich, aber doch von ihnen unabhängig entstanden und durch vollständige Vernichtung des Alten abgetrennt seien, vielmehr um ein wirkliches Ueberleben von Formen über die vermeintlichen Gränzen einer geologischen Epoche hinüber. Damit war die biologische Trennung der Epochen aufgehoben und musste ebenso die vermeintliche Identität innerhalb derselben fallen. Man sah nicht mehr, wie etwa Buffon, eine reich anfangende Schöpfung allmählich verarmen, sondern unter Vertauschung des Einen gegen das Andre sich in Umfang wesentlich gleich bleiben, aber an Inhalt neu werden. Jede Art schien ihre Dauer zu haben, nicht gleich lang, nicht gleich beginnend oder endend, für die verschiedenen nicht nothwendig zugleich abschliessend mit einer durch die Besonderheiten der Erdschichte bezeichneten Epoche. Zu den Uebergängen, welche man zwischen den Lebenden selbst mit der Bereicherung des Materials entdeckte, kam, dass sich das Fossile überhaupt mit Bindegliedern einschob zwischen das Lebende, in dessen System passend, es füllend; und für die grossen Lücken im Beweise, dass neue Epochen nicht auf Neuschöpfung, sondern auf Umbildung beruhten, gab reiche Entschuldigung, dass Vieles überhaupt nicht fossil geworden, von den Fossilien aber Vieles in der Zerstörung der Gebirge wieder mit zerstört sei, Andres noch in den Tiefen der Erde und auf dem Boden des Meers der Aufdeckung harre. 1831 sprach Omalius d'Halloy die Meinung aus, neue Arten

seien wahrscheinlicher durch Descendenz, mit Abänderung des alten Charakters, als einzeln geschaffen worden, 1836 Leopold von Buch, dass Varietäten langsam zu Arten würden. Herbert betrachtete es 1837 als durch die Gärtnerei dargethan, dass die Arten der Pflanzen nur höhere und gesicherte Stufen der Variation seien. Die ungenannte Verfasserin der von 1844 an in vielen Auflagen erschienenen von Carl Vogt 1851 übersetzten Vestiges of creation, Mrs. Robert Chambers, nahm an, dass die Arten nicht unveränderlich, vielmehr die Reihen beseelter Wesen entstanden seien durch einen in der Organisation erhebenden und einen in der Uebereinstimmung mit den äusseren Bedingungen abändernden Impuls, ausgehend von Infusorien oder Milben ähnlichen Produkten der Erdmaterie in Urzeugung, der Mensch durchgehend durch Delphin, Faulthier, Fledermaus, Affe und Frosch. Herbert Spencer dehnte folgerichtig die Theorie der Entwicklung organischer Wesen durch den Wechsel der Umstände aus auf deren psychische Eigenschaften und Nandin verglich 1852 die Entstehung der Arten in der Natur der der Varietäten in der Kultur.

Besonders starken Eindruck zu Gunsten der Annahme einer Veränderlichkeit der Schöpfung machten die Einzelfälle, in welchen gänzliches Verschwinden einer Thierart oder eine solche Verringerung und räumliche Einengung nachgewiesen wurde, dass das Aussterben sicher bevorzustehen schien, theils aus neuester, theils kurz vergangener, theils vorhistorischer Zeit, während in anderen Fällen ein Aussterben nur durch besondere Maassregeln verhindert worden war. Da war der grosse Alk, Alca oder Plautus impennis, von den alten Jütländern zahlreich verspeist, 1790 noch im Kieler Hafen, mehrfach bei den Orkney's und Far-öer, 1822 an der schottischen Küste, 1837 bei Friedrichsstadt, 1848 bei Wardoe in Norwegen erlegt, in Resten eingebettet im Schutte der Küste von Virginien und Neufoundland, einst weitverbreitet. Auf die Eilande nahe den Küsten des vulkanischen Island zurückgedrängt, die Gyrfuglskären, scheint er dort durch gierige Fischer und vulkanische Eruptionen bis auf das letzte Stück vernichtet. Rhytina Stelleri, ein pflanzenfressendes Walthier von 300 Pud oder 9000 Pfund Gewicht, einst, wie die Ueberreste beweisen, mindestens über die Aleutischen Inseln und die Kupferinsel bis 52° N. verbreitet, wurde 1742 an der Berings-Insel entdeckt und vom Schiffsarzt Steller beschrieben. Diese Art war bis 1768 so vollständig vernichtet, dass die russische Regierung neulich nur mit grosser Mühe einige alte Skelete zusammentreiben konnte. Von der Insel Mauritius oder Isle de France, 1507 von den Portugiesen als Cirne, später als Ilha dos cisnes, Schwaneninsel, vermerkt, beschrieb van Neck 1598 die Dronte, Didus ineptus. Von 1644 wurde die Insel kultivirt und seit einer Nachricht Harry's von 1679 ist der Vogel verschollen; wenige Bruchstücke in alten Sammlungen und mühsam aufgesuchte Abbildungen gaben allein Nachricht, bis man in einem Sumpfe, Mare aux

songes, neuerdings viele Knochen fand. Es sind überhaupt am meisten die kurzflüglichen Vögel, welche das Loos des Aussterbens getroffen hat. Wie den grossen Alk und die Dronte, so eine der letztern nahe verwandte Art den Didus nazarenus, den Solitär, Pezophaps solitaria, und einen Papagei, Psittacus Roderianus, von Rodriguez, Notornis coerulescens von Bourbon und Porphyrio gigantea von mehreren Inseln der Maskarenengruppe, alle mehr oder weniger kenntlich von den alten Seefahrern beschrieben, Gallinula alba auf Norfolk und Howe, ein Rohrhuhn der Sandwichsinseln. Auch glaubt man nach den Nachrichten des Marco Polo über die grossen Eier, welche die Malegassen als Gefässe nach Arabien brachten, dass zu seiner Zeit der Aepyornis, dessen schuhlange Eier man jetzt fossil findet und zu tausend Thalern ansetzt, noch gelebt habe. In Mengen lieferte Neuseeland Reste von Vögeln, welche ersichtlich noch bis vor sehr kurzer Zeit gelebt haben. in der Erinnerung der Eingebornen fortleben und Hoffnung geben, man werde einzelne noch lebend finden, wie man Notornis Mantelli erst nur fossil kannte, dann einmal in zwei Exemplaren lebend fand. Die ersten Knochen neuseeländischer Riesenvögel kamen 1839 nach London. Den unermüdlichen Nachforschungen von Haast und den ebenso unermüdlichen Untersuchungen Owen's verdankt die Wissenschaft heute einen ungeheuren Schatz davon. Von der Gattung Dinornis beschrieb Owen fünfzehn Arten. Vom Riesen unter den Riesen, D. maximus, maassen Ober- und Unterschenkel zusammen 57,6 englische Zoll, so dass man mit dem Laufbein rechnen kann, dass der Vogel bis zum Hüftgelenk bei gestrecktem Fuss über sechs Fuss mass, wozu ziemlich eben so viel, oder wenn wir die Haltung des Emu zu Grunde legen, noch mehr bis zum Scheitel zuzurechnen wäre. Die Torfe und Sümpfe der Südinsel, welcher die dickbeinigen Formen zukamen, haben die Knochen am besten erhalten, selbst Haut, Federspulen, Sehnen, Knorpel und Eischalen mit junger Brut, trotz des neuern Ursprungs Fossile grösster Bedeutung. Schlüssel der Jetztwelt. Ausser diesen Moavögeln fand Haast einen Riesenpinguin, Palaeeudyptes antarcticus, und einen Adler, doppelt so gross als der lebende Keilschwanzadler Australiens, dessen Nester als riesige Landmarken stehn, den Harpagornis Moorei. Neben den Resten der Dronte und des Solitair bergen die Sümpfe von Mauritius und Rodriguez zahlreich die von Riesenlandschildkröten, für beide Inseln nicht erheblich verschieden. von denen die kleine Maskareneninsel Aldabra noch eine sehr verschiedne besitzt, während der Untergegangenen nächste Verwandte den Galopagos angehört, welche vier Arten hatten und zum Theil noch haben.

Wo blieben die getrennten Schöpfungen, wenn von den Konchylien, welche sich mit ähnlichen Riesenvögeln, Dromaeus australis, und Beutelthieren von der Grösse der Elephanten, Diprotodon, zusammen fossil finden, heute noch zahlreiche Individuen im Condamine und seinen Nebenflüssen leben und den Australnegern zur Speise dienen? Traten nicht jetzt auch aus halb mythi-

schem Dunkel die grossen Thiere deutlicher hervor, welche unsere Altvordern jagten, Elche und Schelche, Ure und Wiesente, die einen verdrängt, die anderen ganz begraben im Schutte, Kies und Sand und dem Kalksinter der Höhlen, der Riesenhirsch, Megacerus hibernicus, am Rhein wie in den irischen Mooren, der Bos primigenius und der Ursus spelaeus, selbst Elephas primigenius, Rhinoceros tichorhinus mit Spuren menschlicher Arbeit an Geweihen, Knochen und Zähnen? Dass noch heute Nordasiaten ihre Schlittenhunde mit dem Fleische der in gefrorenen Ufern der Lena und andrer Flüsse und der Küsten eingebetteten Elephantenleiber füttern und deren Zähne in den Handel liefern, vermittelt zu jenen früheren Zeiten. Die Vorwelt wurde lebendig, als die jetzigen Thiere zeigten, dass sie auszusterben im Stande seien*). Auch entdeckte man in gewissen Ländern und Meeren Thierformen, welche nach Maass ihrer Verwandtschaft mit dem, was sich etwa gewöhnlich lebend oder fossil fand, lange vergangenen Zeiten angehörten: die erst von Cook's Reisen an besser bekannten australischen Beutler, von den Küsten desselben Landes die Cestracionhaie, von Amerika besondere Ganoidfische, aus dem Antillenmeere und anderen Tiefen Pentacrinus, Lilienstrahler, selbst die Comatula und der Antedon europäischer Meere. Die Unterschiede auf der heutigen Erdoberfläche erschienen damit gleich denen weit aus einander stehender Epochen. 1855 stellte sich schon Alfonse de Candolle die Aufgabe, die Begründung der Pflanzenverbreitung aus der Verbindung gegenwärtiger und vergangener Bedingungen zu gewinnen, so dass sie mit Paläontologie und Geologie an der Lösung der Frage über die organische Folge arbeiten könne und stellte namentlich fest, dass ausser den jetzt wirksamen Umständen solche gewirkt haben müssten, welche wir heute nicht mehr erkennen könnten: so für den Reichthum der Südspitze Afrika's, für die Eigenthümlichkeiten Australiens. Umwandlung von Kontinenten in Inseln musste deren individualisirte Entwicklung in Artenauflösung, konnte aber für andere Arten Vernichtung bringen; ihre Verschmelzung konnte einzelne von jenen mächtiger entfalten, liess aber andere durch Ueberwucherung und mancherlei Schicksale zu Grunde gehn. Ziegen vernichteten Theile der Flora von S. Helena, ein Blattkäfer den Sandelbaum auf Juan Fernandez. Forbes in Entwickelung einer Idee von Wilson erkannte, dass die brittische Flora, bei wechselnder Lösung und Verbindung in Oszillation des Bodens, aus Kontingenten von Spanien, Frankreich, Deutschland und dem

*) Auf die Unterscheidung zweier Krokodile, Crocodilus laciniatus und lacunosus, aus den Katakomben Rom's durch Geoffroy St. Hilaire darf wohl kein hoher Werth gelegt werden. Aegyptische religiöse Zeremonien, die Schauspiele der Amphitheater, Privatliebhaberei können vielfach Krokodile nach Rom gebracht haben und die Artunterscheidung ist zu subtil, als dass man bestimmt glauben dürfte, hiermit eingeborene italische Krokodile zu haben. Allerdings hat das gelobte Land nach neuern Nachrichten deren noch heute.

Norden erst nach dem Eocänen, dann während der Eiszeit und endlich nach der Eiszeit in der quaternären Zeit hervorgegangen sei.

Nach allem Diesem würde es nicht gerechtfertigt sein, mit Darwin's Auftreten eine ganz neue Zeit für die Frage von der Art beginnend zu denken. Das Prinzip der Unveränderlichkeit der Art, sei es mit der Theorie Linné's, aus Erschaffung einmal je eines Pärleins, sei es mit der von Cuvier, in mehrfacher Schöpfungsfolge, sei es mit dieser in der Modifikation von L. Agassiz, in Schöpfungen grosser Zahlen jeder Art geordnet nach faunalen und floralen Zentren, war nie unangefochten gewesen. Um das Jahr 1859 aber waren gewiss Alle, welche einen Ueberblick über den Formenreichthum hatten, so sehr sie wünschen mochten und mussten, die Beschreibbarkeit festzuhalten, damit sehr vertraut, dass eine Artbeschreibung nur eine sehr unvollkommene Darstellung der Thatsachen bilde, und wenn man selbst noch Varietäten in Menge beifüge, doch der Veränderlichkeit nicht voll gerecht werden könne; aber auch, dass die Veränderungen von äusseren Umständen abhingen. Für das Letztere waren die Thatsachen zwar keineswegs gehörig untersucht, die Theorieen meist ganz unbestimmt. Aber wenigstens erkannten fast Alle, dass Ausdrücke wie vorgedachter Plan, zweckmässige Einrichtung mehr präjudizirlich als nützlich und zu vermeiden seien und es erregte nicht geringes Aufsehen, als ein Naturforscher von grossem Verdienst, Louis Agassiz, diesen Boden mit schärfster Betonung und Wiederholung in den Contributions to the natural history of the united states festhielt. Sachs meint freilich, die Wissenschaft hat nicht die Worte, sondern die durch sie bezeichneten Begriffe zu klären, aber Worte und Begriffe gehen zusammen.

Ein Abschnitt wurde jedoch durch Darwin damit gemacht, dass er einen höchst interessanten und ganz bestimmten Weg zeigte, wie es geschehen könne, dass in der Entwicklung von Arten aus einander oder Eigenschaften aus einander die erworbenen Eigenschaften nützliche seien, dass er also das Räthsel des planmässigen Zusammenhangs, des Ineinanderpassens, der Vortrefflichkeit, der Zweckmässigkeit nach altem Ausdruck in der Schöpfung löste und zwar dahin, dass der Effekt selbst die Eigenschaft trug und neu erzeugte, dass dasjenige, was geschieht, Effekte hat, durch welche die Kontinuität jenes Geschehens erzielt wird. Was in dieser Richtung die Wahrscheinlichkeit vermehrt, ist dem Einzelnen für seine und seiner Nachkommen Lebensentfaltung und damit sich selbst nützlich. Darwin hat einen grossen Regulator dafür nachgewiesen, dass sich das Leben gestalte, wie es ist; einen Regulator, welcher allerdings nicht das Einzelne gleichmässig, sondern veränderlich macht, weil es im veränderlichen Ganzen steht.

Darwin und unsere Zeit.

Charles Darwin, 1809 zu Shrewsbury geboren, war als jugendlicher Theilnehmer der Weltumsegelung des Schiffes Beagle unter den massenhaften Eindrücken der Organismen des amerikanischen Kontinentes, lebender wie fossiler, und der westlich und östlich sich anlehnenden Inseln, von welchen die Galopagos sich durch Besonderheit der Bewohner auszeichnen, von den Beziehungen zwischen den kontinentalen Formen für die Reihe von Nord nach Süd, von den Aehnlichkeiten und Abweichungen der insulären, von der besonders gewaltigen Vertretung jetzt geringer gewordener Faunal-Antheile in vergangener Zeit, von den Urständen der Menschheit bei den armseligen Feuerländern mächtig angeregt worden. Die faunale Vertheilung hatte in ihn den zündenden Funken geworfen für Verständniss der organischen Welt nach einem innern Zusammenhang, nach der Ableitung ihrer Glieder aus einander. Danach setzte er sich in einer musterhaften spezifischen Bearbeitung der grade an einem entscheidenden Punkte angekommnen cirripedischen Krebse ein Denkmal eingehendster systematischer zoologischer Arbeit.

Wir legen darauf Denjenigen gegenüber grossen Werth, welche sich zu der Ansicht verleiten lassen möchten, es sei wichtiger über Prinzipien zu philosophiren als die Thatsachen im Einzelnen zu studiren. Man darf nie vergessen, dass nur die Thatsachen einen fruchtbaren Boden für die Abstraktionen bilden und dass man, um jene zu beherrschen, sich selbst in ihnen bewegt haben und fortwährend bewegen muss. Allerdings kann man nicht überall den Ballast der Einzelheiten mit schleppen, aber es ist die Aufgabe, daraus zu erbauen. Das Einzelne kann zuweilen wenig nützlich sein, es kann damit Zeit verschwendet werden, aber das Verachten des Einzelnen muss auf Irrwege führen. Grade diejenigen, welche die heutige naturphilosophische Auffassung der älteren so vertrauensvoll entgegensetzen und weit überlegen erachten, sollten bedenken, dass dieselbe ihre Vorzüge weniger dem Uebergewicht der Logik als dem an thatsächlicher Kenntniss verdankt.

Weiter entscheidend war für Darwin's Richtung der energische Betrieb der Zucht edler Hausthierrassen in England, welche, wie für Vollblutpferde seit zweihundert, für Rinder seit fast hundert Jahren, so heute für fast alle Arten an Kleinvieh und Geflügel die anderen Länder der Erde, wie in praktischer Ausführung, so auch in wissenschaftlicher Behandlung überragt. Solcher, welche er im Kleinen auf seinem Landsitz Down von 1842 an selbst verfolgte, gesellte er originelle Untersuchungen und Versuche an Pflanzen, welche namentlich das über die Besonderheiten bei der Fortpflanzung Mitgetheilte erweiterten.

Hauptsächlich leitend erschien Darwin das Prinzip der Konkurrenz, welches für die Beziehungen in den Eigenschaften organischer Wesen gegenüber der Aussenwelt de Candolle, Lyell, Herbert Spencer aufgestellt und aus welchem Malthus in seinen checks*) of population die Auswahl als nothwendige Konsequenz für das Menschengeschlecht hergeleitet hatte. Spencer hatte bereits 1852 für die vorzugsweise geschehende Erhaltung der vorzüglicheren Varietäten den Ausdruck gewählt: Ueberlebung des Passendsten. Buffon hatte allerdings das Vergehen des Unpassenden, Lamarck die Wirksamkeit der Beziehungen zur Aussenwelt, Geoffroy die direkte Einwirkung dieser, Alle also eine Einwirkung der äusseren Umstände auf die organische Welt betont, aber die Theorie, dass weniger Passendes nicht etwa direkt den äusseren Umständen, sondern wesentlich wegen der Konkurrenz des Passenderen erliege und dass so den äusseren Umständen mehr eine Auswahl unter den Organismen oder deren Eigenschaften als direkt die Herstellung derselben zuzuschreiben sei, war wesentlich neu. Am nächsten war dem von den Aelteren Maupertuis gekommen. Darwin hatte über zwanzig Jahre lang im Stillen in diesem Sinne Materialien zur Aufklärung des Geheimnisses der Entstehung und Begränzung der Arten gesammelt, bevor er durch einen besonderen Zwischenfall zur ersten Veröffentlichung veranlasst wurde.

Alfred R. Wallace war 1847 mit Henry W. Bates nach dem Amazonenstrom aufgebrochen, um das Problem des Ursprungs der Art zu lösen. Bates blieb bis 1859 dort, vorzüglich bei Ega sammelnd; Wallace ging bald nach dem malayischen Archipel, dem Lande der Orangs und Paradiesvögel, wo er bis 1862 blieb. Man wusste schon, dass diese tropischen Gebiete, das eine ein weites, mit Urwald bedecktes, aber doch, wie durch Gebirge, so auch durch zahlreiche Ströme und die seine Niederungen mit Querverbindungen durchschneidenden Kanäle in den wechselnden Wasserständen semestraler Regenzeiten vielfach gegliedertes Festland, das andere eine Inselgruppe, in welcher die Verwandtschaften und Unähnlichkeiten der einzelnen Faunen keineswegs proportional sind den jetzigen Abständen der Inseln von einander oder vom Festlande Hinterindiens, und so den Werth der Trennungen und Landverbindungen für die faunale Uebereinstimmung, nach dem Prinzipe der Faunalzentren, ganz ungleich erscheinen liessen, beide sich durch eine starke Vertretung von Thierformen auszeichneten, in welchen es schwierig ist, die Arten bestimmt von einander zu scheiden, gute Arten zu machen. Von Ternate sandte 1858 Wallace an Darwin eine Arbeit „on the tendency of varieties to depart indefinitely from original type“. Indem Wallace das Verhält-

---

*) check ist Einhalt, Zaun, Schranke, Hinderniss; wohl am besten zu übersetzen „die Regulirung der Bevölkerung“.

niss der Zahlen an Individuen in den Arten einerseits auf ihre Organisation, andererseits auf sich bietendes Futter und die Sicherheit zurückführte, wandte er die Theorie der Auswahl an. Da die thierische Bevölkerung einer Gegend trotz der ungeheueren Produktion an Individuen im Allgemeinen nur eine gegebene Masse bilden kann; stationär bleiben muss, immer niedergedrückt wird durch periodischen Mangel und andere Hemmnisse, so muss die relative Häufigkeit und Seltenheit sich nach der Organisation richten. Es besteht aber für die Organisation in der Natur eine unbeschränkte Tendenz zu progressivem Variiren vom ursprünglich Gegebenen, dem Typus. In Kombination dieser und der obigen Einengung muss das zumeist der Existenz Fähige an Stelle von Aussterbendem treten. Die kontinuirlichen Veränderungen, in kleinen Schritten und verschiedenen Richtungen vorgehend, immer wieder durch die Existenzbedingungen gehemmt und in's Gleichgewicht gebracht, erscheinen als genügende Ursachen für alle betreffs der organischen Körper vorkommende Phänomene, für Ausrottung, Aufeinanderfolge, für Modifikationen nicht nur in Gestalt, auch in Instinkten und Lebensgewohnheiten. Diese Betrachtung nimmt die auf die einzelne Form oder Art einwirkende Aussenwelt in einer bestimmten Richtung in Anspruch, nämlich mit besonderer Bezugnahme auf das Gesammtleben, das Ineinandergreifen eines örtlichen Schöpfungsantheils. Statt der solcher Zusammenpassung vorzüglich zu Grunde gelegten teleologischen Hypothesen wurde hiermit ein naturverständiger Ersatz geboten. Die Naturkörper machten sich ihre Beziehungen selbst, wie sie bei Lamarck sich selbst gemacht hatten; es wurde nichts mehr auf etwas ausser ihnen Stehendes zurückgeführt. Aber doch stand dahinter ein unerläuterter Faktor, die „Tendenz der Organisation zur Varietät". Indem die hierauf begründete Schule die von der Aussenwelt gegen die Variabilität geübte coarctatio, den check, betonte, liess sie zunächst mehr ausser Acht, dass es doch logisch unerlässlich sei, auch die tendency of variation, die Veränderlichkeit in den Eigenschaften, die ganze Eigenschaftlichkeit einschliesslich der Veränderlichkeit aus der Aussenwelt abzuleiten, diese nicht als einen Faktor, sondern als ein factum in Rechenschaft zu ziehen. Sie setzte die compulsio der Aussenwelt zurück. An zweiter Stelle tritt das dann allerdings schon in Darwin's erstem grossen Buche, stärker später bei ihm und der Schule hervor.

Auf Zureden geistesverwandter, ausgezeichneter, englischer gelehrter Freunde, namentlich Lyell's, Hooker's, Huxley's, je eines aus den drei „beschreibenden" Naturwissenschaften, entschloss sich Darwin, ein Kapitel aus seinen eigenen Notizen bei dieser Gelegenheit an die Oeffentlichkeit gelangen zu lassen: „On the tendency of species to form varieties and on the perpetuation of species and varieties by natural means of selection" in zwei Theilen: „The variation

of organic beings under domestication and in their natural state" und: „On the variations of organic beings in a state of nature; on the natural means of selection; on the comparison of domestic races and true species". Nach ausdrücklichem Zeugniss von Hooker und Lyell waren Darwin's Arbeiten unabhängig von Wallace, seit 1837 skizzirt, lange die Details vorbereitet, die Ansichten 1857 an Asa Gray mitgetheilt. Es hätte auch sonst Darwin unmöglich 1859 sein grosses Buch: Ueber die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreich durch natürliche Züchtung oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein, folgen lassen können. Die Priorität von Wallace war eine mehr äusserliche.

Die Darwin'sche Lehre ruht auf drei Stützen. Dass Organismen veränderlich sind, variability, führt in den Schwierigkeiten, die Existenz zu sichern, in dem Kampfe um's Dasein, vielleicht besser, dem Kampf für's Sein, struggle for existence, zur Auswahl, natural selection. Aus den jeweilig gegebenen ungleichen Individuen oder aus den Eigenschaften, welche innerhalb der Variabilität zur Verfügung kommen, an Thieren wie an Pflanzen, sollen durch das bessere Gedeihen der passend ausgerüsteten in der mannigfachen Konkurrenz um's Dasein im freien Leben. so wie das durch die Bevorzugung unter der Hand des Menschen geschieht, die mehr förderlichen zum Siege kommen. Der Zwang der Natur arbeitet dabei strenger als der Mensch, welcher oft nach Launen, nach wenig gewichtigen Gründen, nach besonderen, nicht allseitigen Rücksichten wählt; welcher Dinge übersieht, die in der Natur nicht konsequenzlos sein können, welcher Formen durch seinen besondern Schutz erhält, die sonst unterliegen würden.

Im Einzelnen glaubte Darwin, ausgehend von den Abänderungen der Hausthiere die Ursachen der relativen Häufigkeit und des gewöhnlich grossen Umfangs solcher in den ungewöhnlichen und reichlichen Lebensbedingungen der Domestizirung suchen zu sollen. Die Einwirkung der verändernden Ursachen geschehe langsam aber dauernd, vorzüglich auf die Reproduktionsorgane und durch sie auf die Nachkommen, weniger direkt oder durch Vermittlung der Gewöhnung. Veränderlichkeit sei nicht eine nothwendige Eigenschaft unter allen Umständen. Die Wechselbeziehungen der Veränderungen seien zuweilen wunderlich: blauaugige Katzen seien stets taub.

Wir haben oben bemerkt, in welchem Sinne Veränderlichkeit als eine Eigenschaft angesehen werden muss, welche lebenden Körpern unerlässlich ist. Was das Zusammentreffen von Abweichungen betrifft, deren Zusammenhang uns zunächst dunkel und deshalb wunderlich ist, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass solche auf ebenfalls versteckten normalen Wechselbeziehungen oder Gleichwerthigkeiten in Bau und Geweben beruhen.

In solchen Fällen möchten Variabilität und Pathologie als Schlüssel für anatomisches und physiologisches Verständniss einzutreten vermögen.

Der Regel nach sei jede Eigenschaft mit den Modifikationen für Geschlecht und Lebensphasen erblich. Es sei namentlich unerwiesen, dass Kulturorganismen in Verwilderung ihre Eigenschaften nicht vererben, sondern zur Stammform zurückkehrten; es trete nur bei Verwilderung wie bei niederer Kultur die natürliche Zuchtwahl ebenso wie anderswo mit ihren Folgen ein*). Die Kulturrassen seien in sich weniger übereinstimmend, gegen einander weniger verschieden als die Arten im Naturstande; das sei der einzige Unterschied und es könne der Eine eine Art annehmen, wo der Andere von einer Rasse spreche. Da einzelne wenig veränderliche Formen domestizirt wurden, so können die Kulturrassen es nicht einer von vorn herein gegebenen vorzüglichen Veränderlichkeit verdanken, dass sie solche wurden.

Gegen das Letztere lässt sich einwenden, es spreche grade der Umstand, dass einige Hausthiere weniger veränderlich sind als andere, dafür, dass die Allen zu Theil gewordene Kultur nicht die einzige Ursache des grössern Maasses der Veränderlichkeit gewesen sei. Diejenigen Thiere, welche durch ihre grössere Veränderlichkeit im Stande waren, sich den verschiedenen Breiten und Höhen anzupassen oder verschiedenen Kulturzwecken zu dienen, waren ganz vorzüglich geeignet Hausthiere zu werden, wie sie der kosmopolitische Mensch brauchte, und erhielten den Vorzug.

Unsere Hausthiere stammen nach Darwin zum Theil von mehreren Arten; für die Taubenrassen aber gebe es einen guten Wahrscheinlichkeitsbeweis für Abstammung von einer Art.

Bei den Bedenken, welchen der Artbegriff im Vorausgehenden bereits begegnet ist, scheint es nicht entsprechend, die Frage so zu formuliren, vielmehr dahin: Lassen die Eigenschaften der Hausthiere und der ihnen ähnlichen wilden Formen eher die Meinung entstehen, es sei eine Zähmung nur in einer Gegend, möglicher Weise sogar ausgehend von einem einzigen Paare oder einer Familie, geschehen oder zu verschiedenen Zeiten, an ver-

*) Von den Ziegen, welche auf der Insel Molara in der Strasse von Bonifacio nördlich von Sardinien verwildert sind, hat das Heidelberger Museum neulich durch die Güte des Rektor de Candia und der Doktoren Kossmann und Gerlach einen etwa zwölfjährigen Bock erhalten. Derselbe hat grosse, weit aus einander gehende Hörner. Er ist am Leibe langhaarig schwarz mit einem weissen Fleck auf jeder Seite, aber das Rückenhaar ist grau gemischt. Die gelblich weissen oder in's Rehbraune ziehenden Färbungen der Schnauze, der Gegend über den Augen, der Ohren, ganz symmetrisch, und aller Füsse erinnern in hohem Grade an Steinböcke. Die Rasse scheint auf dem Wege zu einem wilden Kleide aber die Form, in welcher dieses auftritt, scheint mehr für eine Wirkung von Innen heraus, ein Erbtheil, als für einen Effekt aus Zuchtwahl zu sprechen. Jene Insel hat auch verwilderte Rinder.

schiedenen Orten und mit Material vor der Zähmung, dessen Verschiedenheiten mit in Rechnung gezogen werden mussten für die Verschiedenheiten der jetzigen Hausthiere? Für die Entscheidung dieser Frage aber sind die Prämissen sehr unvollständig. Auch in Gegenden, in welchen Zähmungen mit ersichtlichem Nutzen nicht zu Stande kamen, hat der Mensch die Neigung sich mit Thieren zu umgeben. Die Indianer am Amazonas halten als Hausthiere Affen, Pakos, Bisamschweine, Papageien, Pfefferfresser, Baumhühner, selbst Riesenschlangen. Ja den Anfang dazu giebt der Geselligkeitssinn der Affen. Nach der Natur des Menschen ist weiter anzunehmen, dass selbst in sehr alten Zeiten die bei Zähmung gemachten Erfahrungen über erwachsene Vortheile ziemlich rasch und weit Verbreitung fanden und das gezüchtete Material begierig eingetauscht wurde. Aber es genügte, die Zähmbarkeit gewisser Formen und den Nutzen kennen gelernt zu haben, um daraus Veranlassung zu nehmen, überall solche und ähnliche zu fangen und anzugewöhnen. Das dafür zur Verfügung stehende, wenn wir es so nennen wollen, Rohmaterial, könnten wir uns ebenso gut als einheitlich, an Hand sonstiger Erfahrung für Vorkommen und Verschiedenheiten in der Weise vorstellen, wie z. B. jetzt die Steinböcke der verschiedenen Gebirgsländer, der Sierra nevada, der Sierra di Gredoz, der Pyrenäen, des Monte-Rosastockes, des Caucasus, Abyssiniens u. s. w., oder wie die wilden Schafe des Himalaya, Zentralasiens, Sibiriens, der Felsgebirge. Für die jetzt Domestizirten stellt sich dann in den ursprünglichen Stämmen die Frage des Artbegriffs ganz und gar wie für die Wilden. Jedenfalls ist es gewiss, dass die Verbreitung des „Rohmaterials", aus welchem die domestizirten Thiere gebildet wurden, kleiner gewesen ist, als die heutige der domestizirten Thiere selbst. Letztere haben den Menschen auf seinen Wanderungen begleitet und sind damit wohl veränderlicher geworden, als sie ursprünglich waren. Die Veränderungen der verschiedensten Art aber sind gehegt und gepflegt worden, der Kampf um's Dasein war für sie ein ganz anderer, die Veränderlichkeit sicherte die Existenz ihnen mehr als irgendwelchen andern. Der Nachweis der Existenz des Menschen in viel älteren Zeiten als man früher angenommen, lässt es möglich erscheinen, dass, wo man in unsern Gegenden Reste als von den wilden Stämmen unserer Hausthiere herrührend annahm, auch diese als mit den Kulturmenschen gekommen und dann theilweise verwildert anzusehen seien, so Rinder, Pferde, Hühner, während die wirklich wild vorhandenen Bison priscus, Bison europaeus, Ovibos moschatus, Equus fossilis, theils unter besonderen Verhältnissen ganz verschwanden, theils zurückgedrängt wurden, ohne je Hausthiere zu werden, die sehr früh erreicht gewesene Zähmung des Ren aber vor dem ausgiebigeren Hausthier und dem Wechsel des Klima's sich nach Norden verschob.

Isidore Geoffroy St. Hilaire hat, als er sich 1860 gegen die vom Abbée Maupied aufgestellte Ansicht aussprach, dass die Hausthiere

von Natur als solche geschaffen seien, einige Einzelnheiten zusammengestellt. Von 140000 Thierarten, welche er annahm, seien nur 47 Hausthiere geworden, darunter 7 Insekten, 2 Fische, 17 Vögel, 21 Säuger. 29 seien asiatischen, 5 afrikanischen, 7 amerikanischen, 6 europäischen Ursprungs; die verschiedenen wie aus verschiedenen Ländern so zu verschiedenen Zeiten auserlesen. Vielleicht mit Ausnahme der Katze seien alle prähistorischen asiatisch: Hund, Pferd, Esel, Schwein, Kamel, Dromedar, Ziege, Schaf, Rind, Zebu, Taube, Huhn, Seidenraupe. Aus der historischen Zeit der Griechen seien 2 europäisch: Gans und Apis ligustica; 2 asiatisch: Fasan und Pfau; 1 afrikanisch: Perlhuhn; aus der römischen Zeit 2 europäisch: Kanin und Ente; 1 afrikanisch: Frettchen; aus unbestimmter Zeit 1 europäisch: Apis melifica; 1 asiatisch: Büffel*); 1 europäisch: Schwan; 5 asiatisch: Ren, Yak, Turteltaube, Goldfisch, Karpfen; 1 afrikanisch: ägyptische Biene; 3 amerikanisch: Meerschwein, Lama, Alpaka; aus moderner unbestimmter Zeit: Bos arni, Bos gayal, Anser cygnoides, 2 Seidenraupen, Cochenille; aus dem 16. Jahrhundert: Kanarienvogel, Truthahn, Moschusente; aus dem achtzehnten: kanadische Gans und drei Fasanen. Die hauptsächlichsten Hausthiere sind alle prähistorisch und waren sehr früh sehr weit verbreitet. Aehnlich wie vor dem Aufkommen des Muhammedanismus die Asiaten die Schweine bis Neuguinea verbreitet hatten, und die Europäer solche später nach Amerika, Australien, Neuseeland und den meisten polynesischen Inseln vorschoben, so brachten auch wohl in ältesten Zeiten alle Kulturvölker, wenn sie ein neues Land überzogen, möglichst ihre Hausthiere mit. Hätten wir bestimmteren Anhalt dafür, dass die wilden Pferde, die Tarpans der Tartaren oder die rauhhaarigen auf der Hochebene Pamer, oder die neuerdings von Stumm zwischen Aral und Kaspis in den Wüsten beobachteten, ursprünglich wild seien, oder dass die wilden Rinder des indischen Festlandes und der Inseln nicht ebenso gut verwildert seien, wie jetzt Heerden der Pampas, so würden wir aus der Verbreitung solcher Wilden einen guten Anhalt für die Hausthiere dafür haben, sie seien, wie menschliche Kultur, wesentlich aus Zentralasien gekommen und von dort nach verschiedenen Richtungen verbreitet worden.

Neuerliche Vorgänge beweisen aber, wie leicht in Zentralasien nach Kriegen Heerden wilder Pferde, Rinder, Kamele entstehen. Auch liegt in der Zusammenstellung der prähistorischen Hausthiere Einiges, welches annehmen lässt, auch diese seien zu ungleichen Zeiten Hausthiere geworden und im Ganzen in einer so frühen Zeit, dass seit derselben schon sehr wesentliche Umgestaltungen der Verhältnisse der Meere und Kontinente

*) Angeblich durch Attila in der ersten Hälfte des fünften Jahrhunderts nach Ungarn und am Schlusse jenes Jahrhunderts durch Agilulf nach Italien gekommen, also mit der Völkerwanderung.

stattgefunden haben und es schon deshalb nicht eigentlich korrekt wäre, sie gemeinsam auf ein Zentralasien zu beziehen, welches damals in der jetzigen Form gar nicht bestand. Auch möchte, wie für andere grosse Kulturerrungenschaften, so für den Erwerb der vorhistorischen Hausthiere es annehmbar scheinen, dass die einzelnen, wie zu verschiedener Zeit, so auch an verschiedenen Orten zur Domestikation gelangten und sich von diesen Stellen aus ungleichmässig verbreiteten. Von der Katze ist es bekannt, dass sie eine grössere Verbreitung in Europa erst in der zweiten Hälfte des Mittelalters erlangte, aber auch der Hund erscheint in den Pfahlbauten der Schweiz zuletzt unter den dortigen Hausthieren, während sein Gebrauch bei den Australnegern eher für eine frühe Zähmung zu sprechen scheint. Wie einmal die ganze Art, so kam ein anderes Mal eine neue Rasse mit einer neuen friedlichen oder kriegerischen Völkereinwanderung. Nach Rütimeyer erhielt sich ein neben Sus scropha vorkommendes Torfschwein, Sus palustris*), der Pfahlbauern heute noch im kleinen Bündnerschwein in Obergraubünden, durch die Oberalp gen Uri und Wallis, auf den Abhängen des Zentralalpenstocks. Dieselben alten Bewohner der Schweiz hatten eine jetzt ausgestorbene, dem Bos trochoceros aus dem Diluvium von Arezzo und Siena nahe verwandte Rinderform; dann das im Diluvium von ganz Europa verbreitete gemeine Rind, Bos primigenius, und die kleinhörnige Torfkuh, Bos longifrons, welche in England jungpliocän bei Elephant und Rhinoceros und im irischen Torf beim Riesenhirsch liegt, und wahrscheinlich, wenn auch nicht von Skandinavien eingeführt, doch gleichzeitig dort verbreitet war, nur in der Schweiz als zwischen Schwarzbraun und Grau bis in's Rahmfarbige wechselndes Braunvieh von Schwyz, Uri, Wallis, Oberhasli und Graubünden sich erhielt und vortreffliche Milch giebt. Erst später erhielt die Schweiz die jetzt im Saanen- und Simmenthal verbreitete Rasse mit abgebogenen Hörnern, den Bos frontosus. Die Ziege der Pfahlbauern war dieselbe wie jetzt; in den Mentoneser Höhlen habe ich dagegen Ziegenzähne gefunden, welche von der dort jetzt nicht gehaltenen Rasse mit graden Schraubenhörnern herzurühren scheinen. Die älteren Pfahlbauten hatten ein viel weniger kräftiges Schaf als die späteren und die Jetztzeit; ihr Schaf glich der Ovis primaeva der Höhlen Südfrankreichs, dem kurzschwänzigen kleinen Schafe der Shetlands und Orkaden und dem halbwilden der Hochgebirge von Wales, endlich einigen Ueberresten im Graubündner Oberlande. Rütimeyer hat dabei den Ur und das Torfschwein für ursprünglich einheimische Arten angesehen. Wenn wir ähnliche Formen als die gezähmten zu gleicher Zeit wild finden, ist noch Zweifel

---

*) Nach Steenstrup wäre Sus palustris nur das weibliche Schwein; es ist aber sehr häufig, dass Eigenschaften, welche in einer Art oder Rasse das Weibchen kennzeichnen, in einer andern beiden Geschlechtern angehören.

möglich, ob jene von diesen oder diese von jenen stammen. Finden sich solche auch fossil, so bleibt einmal noch fraglich, ob sie nicht doch damals schon Hausthiere waren, da wir auch fossile Menschenreste besitzen, dann auch der, ob grade diese fossilen nicht ausser aller direkten Beziehung zu den späteren Hausthieren des Platzes und ihrer Entstehung seien. So lebten Hühner nach Jeitteles schon in der Tertiärzeit und der ältern Quartärzeit, der Mammuthperiode, bei uns, aber in der Steinzeit fehlten sie und wenn sie sich dann in Keltengräbern finden, sechs Jahrhunderte vor Christus nach Griechenland und Kleinasien kamen, im fünften Jahrhundert nach Christus in allen Mittelmeerländern und zur römischen Kaiserzeit schon in England bekannt waren, so kann das Alles auf späterer asiatischer Einwanderung beruhen. So kann man zwar einen Stammbaum für Equus caballus mit Equus fossilis und Hipparion machen, aber eben so wenig wie von den siebzehn nordamerikanischen fossilen Equiden eine lebende Spur übrig geblieben ist, ist es nothwendig anzunehmen, dass die Pferde, welche die Römer bei den Germanen und Britten fanden, von solchen bei uns fossilen abstammen. Man hätte genau ebensoviel Recht unsere Damhirsche von fossilen Riesenhirschen abzuleiten. Es ist Zeit genug gewesen, dass, nachdem die Verbindung zwischen Eismeer- und Ostsee und die ausgedehntern Seen zwischen Schwarzem Meer, Aral und Kaspis oder auch zwischen diesem Becken und dem Eismeer verschwunden waren, auf der breiten Landmarke zwischen Asien und dem neuen Europa die Kultur mit ihren Hausthieren einziehen konnte, und dass letztere durch weitere Bewegungen und Berührungen mannigfaltig getroffen wurden, bevor Geschichte geschrieben wurde.

Die nützlichen Veränderungen treten nach Darwin bei Hausthieren selten plötzlich, meist unter einer sorgfältig akkumulirenden Wahl der Züchter ein. Die Züchter betrachten die Organisation als bildsam, sie erreichen die Form, welche zu erstreben sie durch kleine angenehme Abweichungen angewiesen werden, getrieben durch die Werthvermehrung und begünstigt durch den Reichthum an Individuen. Man weiss selten, wie Rassen gekommen sind, weil man erst die fertigen benennt.

Bei den wilden Thieren und Pflanzen sei häufig grosse Unsicherheit, wo die Gränzen der Art zu ziehen seien, und es bestehe keine bestimmte Gränze für die Anwendung der Kategorieen Art, Unterart, ausgezeichneterer oder geringerer Varietät und individueller Verschiedenheit. Gegenüber dem Ausdruck „species", willkürlich und der Bequemlichkeit halber auf eine Reihe sehr ähnlicher Individuen angewandt, bezeichne „Varietät" die minder abweichenden, mehr schwankenden Formen und so sei auch das Weitere mehr Sache der Willkür. Je mehr eine Gegend bekannt sei, um so mehr zeigten die Reihen der Thiere derselben den wirklichen Uebergang. Eine Varietät brauche sich nicht zur Art zu erheben, sie könne erlöschen, sie könne die Stammart überwuchern, überleben,

ersetzen, neben ihr bestehen. Die in einer Gegend häufigsten und die am weitesten verbreiteten, also die reichsten, dominirenden Arten lieferten am meisten Möglichkeiten weiterer Artenbildung und, wenn eine Gattung in einer Gegend viele Arten habe, hätten diese auch viele Varietäten. Die Arten aus kleinen Gattungen seien dagegen besser getrennt. Die Formen, welche jetzt herrschend seien, möchten durch Hinterlassung von mehr Abänderungen immer noch mehr herrschend werden.

Man wird jene Sätze mit Vortheil auch in Umsetzung in Betracht ziehen: wenn eine Art sehr variabel ist, so vermag sie sehr verbreitet zu sein und die Variabilität, welche an der einen Stelle deutlich ist, ist an der anderen schon Ursache von Artbildung geworden.

Jede Abänderung, welche auf irgend eine Weise entstanden sei, werde, wenn sie vortheilhaft sei, die Erhaltung des Individuums fördern und sich, auf die Nachkommen übertragend, für diese von gleichem Werthe zeigen. Unter den Organismen finde der Kampf um das Dasein für das Leben des Individuums und Sicherung der Nachkommenschaft in der allermannigfaltigsten Weise Statt, weil die Vermehrung zu stark ist, als dass alle bestehen könnten.

Linné hat berechnet, dass eine einjährige Pflanze, welche nur zwei Samen erzeugt, in zwanzig Jahren eine Million Nachkommen geben würde: Darwin, dass ein Elephantenpaar in fünfhundert Jahren, trotz der äusserst langsamen Vermehrung, zu fünfzehn Millionen Stück anschwellen könne: ich selbst finde, dass aus einem Schnackenweibchen, bei Verlust von 3; oder über 40% an der Brut im Larvenleben und 90% in der Flugzeit, in sechs Monaten der guten Jahreszeit zehn Millionen, bei voller Ausrechnung der theoretischen Vermehrungsmöglichkeit aber rund 164,131,000,000 junge Schnacken, oder, wenn gleich gute Zeit acht Monate dauert, über 5000 Billionen Ursprung nehmen können. Nach Ehrenberg's Berechnung könnte aber eine Vortizelle sich in nicht mehr als vier Tagen auf 140 Billionen vermehren.

Man könne sagen, jeder Organismus strebe nach der äussersten Vermehrung seiner Zahl, wenn auch mit ungleichen Mitteln. Meist tritt eine Beschränkung vor Erreichung der durch die Nahrung bestimmten äussersten Gränze aus andern Gründen ein, durch Feinde und elementare Einwirkungen unmittelbar oder durch Begünstigung anderer Arten, durch Seuchen, welche sich in stärkerer Proportion als die Individuenzahl vermehren. Ein gewisses Maass der Zusammenlebenden ist für die Erhaltung am günstigsten.

Die gegenseitigen Beziehungen organischer Wesen seien dabei sehr wichtig. Die Bepflanzung einiger Hundert Acker Haide mit Kiefern änderte den übrigen Vegetationscharakter eines Platzes und die Thierwelt erheblich: eine Fliege, welche ihre Eier an den Nabel der Fohlen und Kälber legt, hindert die Verwilderung der Pferde und Rinder in Paraguay, während sie

nördlich und südlich stattfindet. Bienenartige Insekten bedingen die Bestäubung des weissen Klees und damit seine Existenz; zwischen den Waldbäumen findet ein fortdauerndes Ringen Statt; die Eiche tritt an die Stelle der Nadelhölzer, die Buche an die Stelle der Eiche, jede zieht für sich den Boden aus und bereitet ihn andern vor.

Der Kampf aus dem Streben nach Vermehrung und der beständigen Gefahr ist wirksam gegenüber der Variation. Wenn veränderte Lebensbedingungen eintreten, so wird Variabilität zu Stande kommen oder erhöht werden. Damit können nützliche Abänderungen vorkommen. Solche können klein anfangend in langen Zeiträumen erheblich ausgebildet werden. Da die Konkurrenz überall in's Gleichgewicht stellt, so genügen oft geringe Modifikationen des Vorhandenen, um eine Verschiebung des Verhältnisses zu veranlassen und fort zu bilden. Dabei können, während der Züchter nur mit den deutlichsten Zeichen operiren kann, die verstecktesten Theile mit arbeiten. Diese natürliche Züchtung wirkt still und unmittelbar überall. Sehr äusserliche Merkmale können dabei sehr wichtig werden; Vögel und Insekten entrinnen häufig den Feinden durch ihre der des Terrains entsprechende Färbung, flaumige Früchte sind in den vereinigten Staaten mehr vor Rüsselkäfern geschützt als nackte, sie kommen also besser durch. Die Vererbung der Abänderungen erleidet die gleichen Modalitäten für Geschlecht, Lebensphasen u. s. w., wie die Vererbung der ältern Eigenschaften, aber durch Wechselbeziehung können auch Veränderungen einer Lebensphase solche anderer unvermeidlich mit sich bringen. Der Nutzen der Umänderung muss überall dem Organismus selbst zu Gute kommen, es erwirbt nicht eine Art neue Eigenschaften, welche blos einer andern nützen.

Der Kampf um die Verbindung der Geschlechter erzeuge die geschlechtliche Zuchtwahl und Ausbildung geschlechtlicher Besonderheiten an Waffen, Schmuck, Stimme. Das kann auch für Zwitterthiere bedeutsam sein, weil wahrscheinlich auch bei diesen die Begattung durch getrennte Individuen, wenn nicht immer, doch periodisch eintreten muss.

Wechsel der Verhältnisse des bewohnten Bodens werde allerdings die natürliche Züchtung begünstigen, aber sie werde immer langsam arbeiten. Gegenüber den Begünstigten werden die Andern abnehmen; das ist der Anfang des Erlöschens. Das Motiv dafür, dass nicht die Zahl der Arten unbeschränkt wachse, können wir daraus, dass die Individuenzahl durch die Ernährung in Schranken gehalten wird und dass jede Form einer Vertretung durch eine grössere Zahl bedarf, um nicht in den Schwankungen der Existenzbedingungen zu erliegen, rechnungsmässig gewinnen. Die erste Zahl durch die zweite dividirt würde, soweit man überhaupt hier Zahlen setzen kann, die Artenzahl geben. Daraus wird sich dann die verhältnissmässig grosse Zahl der Arten bei beschränkten Inselterrains erklären, wo eine geringe Individuenzahl in innigem Zusammenleben doch die Existenz unter

gewöhnlichen Verhältnissen sicher stellt, aber auch das plötzliche Erlöschen einzelner Arten vorzugsweise unter solchen Umständen. So lange die Fruchtbarkeit erhalten bleibt, wirken die Individuen zusammen, die Varietäten sind also eigentlich unbegränzt möglich; sie stehen bereit, freiwerdende Artstellen einzunehmen. Ihre kleinen Verschiedenheiten wachsen zu spezifischen heran, wie in den Händen der Liebhaber extreme Divergenzen gezüchtet werden, weil, je bestimmter die Verschiedenheiten sind, um so eher die verschiedenen Formen besondere Stellen im Haushalt der Natur finden.

Die grösste Summe von Leben werde erreicht durch die grösste Differenzirung der Struktur. Wenn Differenzirung und Spezialisirung der Organe der Massstab der Vervollkommnung ist, so muss natürliche Züchtung zur Vervollkommnung führen. Es können jedoch einzelne Formen Verhältnissen angepasst werden, in welchen ihnen Organe nutzlos sind, für welche sie dann zurückschreiten, oder in Verhältnissen seit Langem leben, in welchen ihnen Vervollkommnung überhaupt wegen der mit ihr verbundenen Verfeinerung schädlich und auf der andern Seite zu nichts nützlich ist. So ist es nicht nöthig, mit Lamarck das Prinzip einer allgemeinen fortschreitenden Entwicklung und um dessentwillen anzunehmen, dass die immer noch vorhandenen niedersten Wesen vielmehr immer wieder durch spontane Generation erzeugt seien.

Die Verwandtschaften aller Wesen einer Klasse in Form eines nach allen Seiten Zweige treibenden Baums darzustellen, wie es manchmal geschehen ist, entspreche sehr der Wahrheit. Von den vielen Aesten haben wir nur noch wenige und die verlorenen Aeste stellen solche Ordnungen, Familien und Gattungen dar, welche keine lebenden Vertreter mehr haben. Vereinzelte schwache Zweige tief unten am Stamm, in geschützten Stationen bewahrt, verbänden manchmal durch ihre Verwandtschaften die sonst getrennten grossen Aeste.

Die Untersuchungen über etwaigen direkten Einfluss äusserer Umstände, des Gebrauchs der Organe, der Gewöhnung, ergäben noch ein zu lückenhaftes Material, um daraus auf ihre Wirkung auf Varietäten zu schliessen.

Wechselbeziehungen und Kompensationen träten nicht gleichmässig ein. Gewisse Organe seien besonders wandelbar; solche mit grossen Zahlen in der Zahl; die vom Gewöhnlichen, sei es durch Verkümmerung, sei es durch starke Entwicklung, abweichenden im Allgemeinen. Man könnte hier auch sagen, Verkümmerung und Uebermass seien vermittelt.

Theile, welche, wie abweichend sie sonst erscheinen möchten, doch ungefähr gleich, Vielen zukämen, müssten sehr alt sein.

Verschiedene Arten änderten analog und Varietäten kehrten wohl zu Merkmalen der Stammart zurück, oder nähmen Charaktere einer verwandten Art an. Die Vererbung unnützer Charaktere habe eine gewisse Hartnäckigkeit; sie weise auf Abstammung.

Besonderer Untersuchung ist hierbei das Vorkommen von Streifen bei Einhufern unterworfen, welche deren gewöhnlich nicht haben, während die Zebra's, Arten der Gattung Hippotigris, sie in verschiedenem und die ägyptischen Wildesel, Asinus taeniatus, sie in geringerem Grade besitzen. Nach dem Vorkommen solcher Streifen hat Hamilton Smith, welcher die Pferde von einer Reihe von Stammrassen verschiedener Färbung ableitet, gemeint, der Stamm der braunen Pferde sei ursprünglich gestreift gewesen. Das Auftreten der Eigenschaft ist dann ein Rückschlag zu alten, verborgen ererbten Eigenschaften der Vorfahren, ein Atavismus. Darwin führt Beispiele solcher Streifung an*).

Trotz der Variation, meinte Darwin, werden Arten ziemlich gut begränzt werden können, weil sich wegen der Langsamkeit der Aenderung und der Unwirksamkeit jeder, welche nicht günstig ist und nicht in den Stand setzt, einen Platz im Naturhaushalt besser auszufüllen, Varietäten nur sehr langsam bilden, weil ferner aus den der jetzigen vorausgegangenen Erdgestaltungen die Bindeglieder der verschiedenen Arten nicht überlebt haben.

Darwin bewies, wie man in einzelnen Fällen Bindeglieder habe. Solche könne man sich analog für das Uebrige vorstellen. Selbst das zusammengesetzteste Organ, so das Auge, könne von den einfachsten Anfängen an verfolgt werden durch zahllose kleine Modifikationen bis zur Vollendung; ebenso die Wandlung der physiologischen Funktion, wie alle lungenathmenden Wirbelthiere von einem Urbild mit einer Schwimmblase abzuleiten seien.

Besondere Schwierigkeit bieten die Uebereinstimmungen von Organen, welche so zerstreut vorkommen, dass andere Verwandtschaftsbeweise nicht proportional gehen. Vielleicht am auffälligsten sind in dieser Beziehung die rudimentären und entwickelten elektrischen Organe in so sehr verschiedenen Gruppen von Fischen: Rochen, Haien, Aalen, Welsen, Mormyren oder die Leuchtorgane bei Käfern, sowohl aus der Gruppe der Lampyriden als aus der der Elateriden. Da uns die gradweisen Verschiedenheiten so geläufig sind, so sind wir geneigt, diese zerstreuten in ihrer ganzen Qualität so ungewöhnlich erscheinenden Organe den gewöhnlicheren näher und vermittelter zu denken als das beim jetzigen Stand der Wissenschaft schon erwiesen ist, also die elektrischen Organe den Muskeln, an deren Stelle sie liegen; so dass sie durch eine nicht so schwierige Umänderung von Muskeln an verschiedenen Stellen entstehen konnten, nicht also Beweis näherer, alter Verwandtschaft wären.

Die Theorie der natürlichen Züchtung lasse die Thatsache begreifen,

---

*) Ich kann diesen solche gesellen, welche ich selbst gesehen habe, so an einem Schimmelpferde im Wallis, an einem Maulthier in Porlezza, an einem Esel in Badenweiler und einem hier in Heidelberg, alle am Lauf oder etwas höher hinaufreichend. Den Esel in Heidelberg könnte man zu Asinus taeniatus stellen.

dass die Natur überall vermittelnde Formen biete. Sehr unbedeutend Scheinendes könne sehr mächtig sein, oder gewesen sein; andererseits hätten wir uns zu hüten, auffällige Charaktere immer für wichtig anzusehen. Manche wichtige Organe hätten ihre Bedeutung verloren; häufig seien wir auch zu unwissend, um dieselbe zu erkennen.

Die Einheit im Typus erklärt sich nach Darwin aus der Einheit der Abstammung, die Anpassung an die Lebensbedingungen aus der jetzigen oder früheren natürlichen Züchtung. Das Gesetz der Anpassung ist das höhere, indem es durch die Erblichkeit früherer Anpassung den Typus mit begreift.

Auch die Geistesfähigkeiten der Hausthiere seien veränderlich und die Abänderungen vererblich. Auch sie können in nützlicher Richtung sich steigernd gedacht werden. So finden sich auch sehr merkwürdige Analogieen der Instinkte.

Weil Fossilien führende Formationen sich nur während Senkungsperioden mächtig genug bilden konnten, um später erhalten zu bleiben, also die Urkunden über die Vorgänge bei Hebungen, welche am meisten Vielfältigkeit zeigen müssten, indem während solcher sich Festländer bilden und ausdehnen, fast fehlen; weil ferner die geologische Periode vielleicht kurz war gegenüber dem Leben der Art; weil Einwanderungen, Vermischungen jedesmal den grösseren Antheil am lokalen Auftreten neuer Formen hatten, sehen wir keine endlosen geologischen Varietätenreihen zwischen erloschenen und lebenden Formen, vielmehr meist plötzliches Auftreten ganzer Gruppen neuer Arten. Die Anfänge aber vor der Silurzeit, seit welcher auf Festländern und in Ozeanen eine gewisse Aehnlichkeit der Organisation sich behauptet hat, deckt der Ozean, oder sie sind in metamorphische Gesteine umgewandelt und ihre Organismen unkenntlich geworden. Weil das Erlöschen alter Formen Folge des Entstehens neuer ist, kehren sie nicht wieder. Gattungen dauern ungleich lange; einzelne Arten herrschender Gruppen bilden in ihren veränderten und verschiedenen Nachkommen Gruppen an Stelle erlöschender Unvollkommener, welche keine Nachkommenschaft hinterlassen, so dass die ganze alte Gruppe verschwindet. So begreift sich, dass alte und neue Lebensformen ein System mit einander bilden, dass die ältesten am weitesten abweichen, dass erloschene die Lücken zwischen den lebenden ausfüllen, dass die ältern unvollkommener sind, vielleicht auch den Embryonen gleichen.

In der geographischen Verbreitung, meint Darwin, würden wir bei Beachtung der Motive aus den uns noch so wenig bekannten Veränderungen der Gestaltung und Verfassung der Länder und der Transportmittel die Schwierigkeiten überwinden, welche sich der Annahme entgegen stellen, dass alle Individuen einer Art von denselben Aeltern abstammten, dass danach alle leitenden Erscheinungen der geographischen Verbreitung aus der Theorie

der Wanderung herzuleiten seien und dass in dieser Verbreitung einerseits durch die natürlichen Schranken, andrerseits durch analoge oder heterogene Verhältnisse die Zustände entstehen, welche die Theorie der Schöpfungsmittelpunkte und die Vorstellung der parallelen Vertretung in verschiedenen Ländern veranlassten. Die Gesetze, welche die Aufeinanderfolge in vergangenen Zeiten leiteten, beherrschen heute fast gerade so die Unterschiede in verschiedenen Ländern. Man wird sagen dürfen, dass es hauptsächlich die territorialen Aenderungen gewesen seien, welche dem in der Zeit Folgenden das Wechselnde der Erscheinung aufgezwungen haben.

Die Annahme eines gemeinsamen Ursprungs, einer wirklichen Blutsverwandtschaft der bei den Naturforschern mehr formal, um die Aehnlichkeit auszudrücken, als verwandt bezeichneten Formen und der Modifikation durch natürliche Züchtung in Begleitung von Erlöschen und Divergenz erkläre die sich in der Klassifikation ergebenden Regeln und Schwierigkeiten, namentlich den ungleichen Werth von Merkmalen, je nachdem sie ein altes Erbtheil und befestigt oder neuerlich erworben sind und bei geringerer Berücksichtigung ihrer physiologischen Bedeutung. Das natürliche System sei ein Versuch genealogischer Anordnung, in welchem die Grade der Verschiedenheiten der auseinandergehenden Zweige mit Kunstausdrücken bezeichnet werden. Die Wichtigkeit solcher Einrichtungen, welche nicht nützlich seien und doch noch vererbt würden, der rudimentären Organe, und solcher, welche in der Einzelentwicklung modificirt würden oder verschwänden, im Anfange aber gleichmässig gegeben seien, der embryonalen Charaktere, für die Klassifikation werde nun deutlich, ebenso die Ursache der gleichartigen Form der Organe der Arten einer Klasse oder der Theilstücke eines Individuums.

Je mehr man die Lehre von der Abänderung ausdehne, um so mehr verlören die Beweise an Kraft. Die Möglichkeit, dass alle Glieder einer Klasse durch Abstammung mit allmählicher Abänderung verbunden seien, werde durch die Möglichkeit, solche nach Verwandtschaftsbeziehungen mit denselben Prinzipien zu gruppiren, durch die Ausfüllung grosser Lücken durch fossile Reste, durch die Häufigkeit der Rudimente anderswo vertretener Organe, die grossen Formübereinstimmungen mancher Gebilde, die genaue embryonale Gleichheit, also durch bestimmte Beweise, gestützt. So wären die Thiere höchstens von vier oder fünf Stammarten herzuleiten. Uebrigens hätten alle lebenden Wesen eine tiefgehende Uebereinstimmung und es sei nach Analogie wahrscheinlich, dass sie von einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht wurde. Für die Artfrage werde also in Zukunft nur die Möglichkeit der Definition und die Wichtigkeit der Verschiedenheiten entscheidend sein. Die Ausdrücke: Verwandtschaft, Beziehung, Typus, Morphologie, Anpassungscharaktere, verkümmerte Organe würden eine reale Bedeutung gewinnen; das ganze orga-

nische Wesen, als die Summe vieler einzelnen nützlichen Erfindungen, werde viel interessanter für die Untersuchung sein.

Neben dem Interesse, welches diese mehr spekulativen Betrachtungen bieten, hob Darwin hervor, wie sich ein neues Feld von Untersuchungen über die Folgen von Gebrauch und Nichtgebrauch, über den unmittelbaren Einfluss äusserer Lebensbedingungen eröffne und eine neue Arbeit für die Physiologie, speziell die Psychologie, weil jedes Vermögen des Geistes nur stufenweise erworben werden könne. In der Geologie werde der Grad der Abänderung ein Maassstab für die abgelaufene Zeit sein, wobei jedoch die Summe der organischen Reste nur ein kleines Bruchstück dessen darstellt, was an Zeit von der Erschaffung des ersten Geschöpfes an verlaufen ist. Die Vorstellung der linearen Folge in der Vergangenheit gestatte auch für eine unberechenbare Folgezeit die regelmässige Aufeinanderfolge der Generationen und deren Veredelung anzunehmen, aus dem Kampfe der Natur, aus Hunger und Tod die Erzeugung des immer Höheren und Vollkommneren.

Darwin's Buch wurde alsbald durch G. H. Bronn 1860 in die deutsche Sprache übertragen. Der Uebersetzer hatte noch einen Augenblick vorher in einer Rede über die Entwicklung der organischen Schöpfung aus seiner vor Allem in der Paläontologie reichen Kenntniss den Schluss gezogen, dass aus der vollkommenen Uebereinstimmung der werdenden Organisation mit dem künftigen Willen und den Fähigkeiten eines Thiers eine bewusste bis in's Einzelne berechnende Weltordnung hervorgehe, dass die neuen Organismenarten überall neu geschaffen, nie und nirgends aus den alten umgestaltet worden seien, während die alten allerdings verschwunden seien, so dass die Schöpfung sich fünfundzwanzig bis dreissig Mal auf der ganzen Erdoberfläche erneuert und für jede dieser Erneuerungen vielleicht einer Million Jahre bedurft habe.

Bronn hatte daraus die beiden Gesetze der progressiven Entwicklung und der Anpassung an die äusseren Existenzbedingungen gefolgert. Indem er einen durch Millionen Jahre zu erkennenden Plan zu Grund legte, leistete er Verzicht auf weitere Untersuchung der Mittel. Auch er hatte gefühlt, dass die Annahme jedesmaliger persönlicher Thätigkeit des Schöpfers, um Alles in's Dasein zu rufen und einzupassen, nicht stimme zu der Regelung der Erscheinungen der anorganischen Natur durch der Materie selbst zukommende Kräfte. Auch er hatte seit zwanzig Jahren gegen die Annahme des plötzlichen Aussterbens der Arten gekämpft und gelernt an Stelle der jüdischen Zeitrechnung ungezählte Millionen von Jahren zu setzen.

Bronn verhehlte nicht, dass ihm die Theorie Darwin's, wenn er sich auch keineswegs dem gewaltigen Eindrucke des ausgezeichneten Buches verschliessen konnte, doch nicht alle Schwierigkeiten so einfach zu lösen scheine, als es die angeführten Beispiele glauben machten und dass Dar-

win nicht konsequent sei, indem er wenigstens einen oder gar einige Schöpfungsakte für die organischen Körper annehme, wobei der wahre Schlüssel der Erscheinungen fehle. Von diesen Vorwürfen ist der letzte zutreffend; was den ersten betrifft, so kann man Darwin es am wenigsten nachsagen, dass er die Beweisführungen, soweit nämlich überhaupt von solchen die Rede sein kann, wo es unerlässlich bleibt, so Vieles zu ergänzen, leicht genommen habe. Jedenfalls sah Bronn bereits 1860 in der Darwinschen Theorie das Ei der Wahrheit und schloss sich bis zu seinem zwei Jahre nachher erfolgten Tode, wie wir aus Gesprächen wissen, ihr mehr und mehr an.

Der gründliche Versuch Darwin's, den Weg zu finden, auf welchem Transmutation zu Stande komme, setzte die wissenschaftliche Welt in gewaltige Aufregung. Es lag sehr nahe, statt des Kampfes um das Gesammtdasein, von welchem man längst wusste, dass ihn Jedes führen müsse, in der Combination von Vererbung und Variabilität einen Kampf der Eigenschaften um das Dasein einzusetzen. Fraglich blieb, eine wie grosse und eine wie ausschliessliche Bedeutung dieser habe. So konnte es geschehen, dass Anhänger der Descendenztheorie deren Lösung nicht unbedingt im Darwinismus fanden, weil sie andere, in der Regel allerdings ganz undeutliche, Motive für mächtiger hielten. In England bezeichnete es Huxley als die Grösse der Lehre bezeichnend, dass Viele sie so einfach und selbstverständlich hielten, dass sie nur mit Mühe darin einen grossen Fortschritt der Wissenschaft erkennten. Carpenter trat warm bei, da ihn die Specialstudien über Polythalamien belehrt hatten, wie es unmöglich sei, Arten scharf zu sondern. Hooker fasste die Theorie in seinem Introductory essay to the flora of Australia dahin, dass Arten nicht ideal, sondern real seien, dann auch nicht ewig, und dass sie nicht geneigt zur Veränderung seien, wenn aber in sie eingetreten, begierig weiter und weiter gingen. Dagegen machte schon 1860 Hopkins darauf aufmerksam, wie gross die Gefahr für jüngere Naturforscher sei, statt geduldigen anhaltenden Studiums eine Intuition entscheiden zu lassen und unter dem Titel, alte Vorurtheile abzustreifen, mit Annahme einer Theorie sich für die Zukunft neue Bande anzulegen. Auch die holländischen älteren Gelehrten waren eher bedenklich und am meisten abwehrend verhielt sich Frankreich. Man hatte in der Hauptsache die Theorie zu Lamarck's Zeiten überwunden; die Zeit war wissenschaftlichen Ideen, welche zugleich eine so grosse politische Tragweite hatten, sehr ungünstig; noch 1870 lehnte die Akademie der Wissenschaften es ab, Darwin zum Mitgliede zu ernennen. Godron meinte, die wilden Arten behielten stets den distinktiven Charakter und auch bei Hausthieren und Culturpflanzen werde er nie vernichtet: L'espèce est absolue et permanente, les races varient avec les circonstances, elles se nuancent à l'infini et ne présentent pas entre elles des signes distinctifs spéciaux

et exclusifs. H. Milne Edwards sagte: l'hypothèse de Darwin ne semble de nature à lever aucune des difficultés relatives à l'origine des espèces. Der ausgezeichnete Schweizer Claparède dagegen nannte Darwin's Theorie „grosse d'avenir".

Die deutsche Zoologie erfuhr im Ganzen vom Darwinismus einen ausserordentlich belebenden Einfluss; es erschien nicht allein eine fast unabsehbare Menge mehr spekulativer Schriften, sondern es wurde auch für das Concrete die Anschauung reicher, die Arbeit in mehr nützliche Wege gelenkt. Es ist begreiflich, dass dabei die Macht der Theorie wohl verführte, zu glauben, man diene ihr hinlänglich, wenn man das Vorhandene ihr entsprechend umschreibe, statt ihre Anwendbarkeit in genauer Untersuchung zu prüfen; wenn man dem, was bis dahin System war, den Titel Stammbaum gebe. Man benutzte die beiden, ja real, wie Darwin selbst gezeigt hatte, nicht entgegengesetzten Faktoren, Vererbung und Anpassung etwas willkürlich und vorschnell und hatte für jede Art von Erscheinung, namentlich für das Zweckmässige wie für das Unzweckmässige im alten Sinne, aus der theoretischen Gegensetzung jener Faktoren immer eine Handhabe. Man stellte sehr absolut hin, was man doch nur aus dem jeweilig Bekannten konstruiren konnte und was selbst die bedeutendsten Kräfte in dieser Richtung zuweilen nach kurzer Frist im Einzelfall ganz umsetzen mussten. Zu eifrige Jünger drohten manchmal den Propheten zu diskreditiren.

Als einer der hartnäckigsten Gegner des Darwinismus zeigte sich Louis Agassiz, welcher, nachdem er übrigens ein sehr grosses wissenschaftliche Ansehen erworben hatte, eben in seinen Contributions to the natural history of the united states die Grundlagen zoologischen Verständnisses in eine Vollendung vorgelegt zu haben meinte und den Standpunkt nun so sehr verschoben bekam. Der inneren Verschiedenheit in der Art wurde er gerecht, indem er erklärte, die Arten seien ebenso ideale aber wieder ebenso real Entia, wie die höheren Klassificationsbegriffe. Eine gewisse Menge von Individuen mit bestimmter Beschaffenheit in engster Beziehung zu einander repräsentiren die Species. Keines biete alle Merkmale. Sie repräsentire zugleich von Geschlecht zu Geschlecht, was darin generisch ist. Die dauernd sexuale Verbindung als Merkmal und Grundlage des Artbegriffes zu nehmen erschien Agassiz eine unzulässige petitio principii. Er hielt fest an der Unveränderlichkeit der Art innerhalb der geologischen Epochen. Es schien ihm ein logischer Widerspruch vom Variiren der Species zu sprechen, wenn solche nicht existiren sollten. Die Paläontologie zeige nur plötzliches Auftreten und Verschwinden. Darwin wolle glauben machen, dass Millionen Jahre erforderlich seien, um die vorliegenden Effecte zu erzeugen, da wir doch täglich während des Wachsthumes die grössten Veränderungen unter unsern Augen geschehen sehen; dass die Thiere ihre Instinkte allmählich erlangen, während selbst diejenigen, welche nie ihre Eltern sahen, von der Geburt an dieselben Handlungen begehen, wie die Voreltern; dass

geographische Verbreitung das Resultat einer zufälligen Uebersiedelung sei, während die meisten Arten so enge innerhalb des natürlichen Rayons verbreitet seien, dass selbst die leichtesten Veränderungen in den äusseren Beziehungen ihren Tod verursachen; dass das zusammengesetzte System unter einander verbundener Gedanken das Resultat zufälliger Ursachen sei; dass alle Einflüsse für den Ursprung der Spezies zufällige seien, während doch die Schöpfung in allen ihren Theilen methodisch und verständig gegliedert sei. Darwin habe erst nachzuweisen, dass die Individualität nicht bestehe aus einer Summe erblicher Eigenschaften, verbunden mit variabeln Elementen, sondern blos aus variabeln Elementen. Dass letzteres nicht der Fall sei, werde durch die Embryologie aller typischen Gruppen bewiesen. Agassiz schliesst: I shall consider the transmutation theory as an scientific mistake, untrue in its facts, unscientific in its method and mischievous in its tendency. Seine Angriffe liessen die Logik von Darwin um so klarer hervortreten. Aber auch andere Paläontologen als Bronn und Agassiz hatten wenig Neigung oder glaubten wenig sichere Grundlagen aus ihrer Disciplin zu haben, um sich anzuschliessen. Owen, bei der brittischen Naturforscher-Versammlung von 1860, aus Anlass eines Vortrages von Daubeny über die letzten Ursachen der Sexualität der Pflanzen, gerieth mit Huxley über die Darwin'sche Theorie in eine Disputation, auf deren vorzüglicheren Gegenstand, Ableitung des Menschen von dem Affen, wir zurückzukommen haben. Reuss erklärte sich ebenso gegen Darwin. Bei Unterscheidung von Arten komme es nicht an auf die Grösse der Abweichung, sondern auf die Beständigkeit. Die winzigen Differenzen kleiner Thiere, wie der Foraminiferen, dürften nicht missachtet werden. Die künstlichen Aenderungen der Hausthiere seien die grösstmöglichsten Summen und verschwänden wieder bei Aufhören des Einflusses der Menschen. Einige Hausthiere, Katze, Kamel, Esel, Gans, Ente, Pfau, hätten, trotz langer Züchtung, keine Veränderung erfahren. Dagegen könnten wir anführen für die Katzen die schwanzlosen, die Angorahrasse, die grosse Variabilität der Farbe; für den Esel die sehr verschiedene graue algerische, bandfüssige ägyptische, braune mallorkinische Rasse; von Gänsen und Enten giebt es sehr viele, aber auch vom Pfau einige Varietäten. Ueber die Rassen ihrer Kamele und Dromedare werden die Kirgisen und Araber besser unterrichtet sein als wir; doch ist es sehr wahrscheinlich, dass das einhöckrige Dromedar nur eine in der Hand des Menschen in Arabien gezüchtete und nach Afrika übergeführte Varietät des aus Zentralasien eingeführten zweihöckrigen Kamels oder Trampelthiers sei, und die Verschiedenheit in Farben und Formen ist ähnlich gross wie bei dem Pferde. Es geht mit solchen Dingen, wie dem Europäer mit Negern; sie sind ihm anfangs alle gleich; bei genauerer Bekanntschaft erkennt er die Grösse der Verschiedenheit, das Individuelle. Weiter beruft sich, wie das schon seit Cuvier geschehen, Reuss auf die Identität der Darstellungen alter Denkmäler mit dem heute Lebenden.

Die assyrischen Denkmäler z. B. im British museum sind durch den Reichthum ihrer Darstellungen an Thieren sehr interessant, aber ich möchte sie doch nicht für fein genug ansehen, um sie in diesem Sinne wissenschaftlich verwerthen zu können. Wenn die Mumien aber nicht vermochten Cuvier und Geoffroy, welche solche zu Tausenden hatten, zu vereinigen, dann werden sie wohl auch heute machtlos bleiben. Konchylien der Jetztzeit könnten wir unverändert bis in die tertiären Epochen verfolgen. Aus dem Silurischen gingen Thiere in's Devonische, aus der echten Steinkohle Pflanzen in's Devonische. Uebergänge lassen sich kaum nachweisen. Einzelne Gruppen standen nach oben und unten isolirt, so die Rudisten oder Hippuriten der Kreide. Woraus sei das erste Reptil, Telerpeton Elginense, im schottischen old Red entstanden, woraus die ersten Säuger, Phascolotherium Bucklandi und Amphitherium Prevosti im Juraschiefer und Stonesfield? Man dürfe sich nicht damit helfen, das unentdeckte Gebiet der Uebergänge in ununtersuchte versteinerungsführende Schichten zu verlegen. Die Meinung einer allmählichen Vervollkommnung der Organismen müsse sich anders gestalten, seit man nicht mehr eine ziemlich gleichmässige Entwicklung zu höheren Thieren erkenne, vielmehr die ältesten Vertreter höherer Gruppen in ältere Zeiten fallen, als man sonst annahm; plakoide Fische in's Obersilurische, Reptilien in's Devonische. Wie könne aus den armen Resten im Untersilurischen, Algentrümmern und Annelidenspuren, eine folgende reiche Fauna von Pteropoden, Muscheln, Brachiopoden, Bryozoen, Trilobiten, Echinodermen entstanden sein? Wie konnten nach Darwins Prinzip scharf begränzte Arten statt eines wirren Chaos entstehen? Thierarten wurden nicht durch andere ausgerottet, nur durch den Menschen oder geologische Aenderungen und Katastrophen; sonst sei in der Natur überall die grösste Harmonie, ein ungestörtes Gleichgewicht. Es sei unwürdig der Vorstellung von einem höchsten allmächtigen Wesen, wenn man die Macht und Thätigkeit desselben auf einen einzigen Akt, welcher ein niedrigst organisirtes Urwesen geschaffen habe, einenge. Darwin's Theorie beruhe theilweise auf unerweislichen, theilweise auf unwahrscheinlichen Hypothesen, und widerspreche theilweise der Erfahrung. Auch Reuss ist ersichtlich nicht vollständig dem gerecht geworden, was Darwin selbst in seiner ersten Schrift niedergelegt hat.

v. Bär hingegen, der Altmeister der Zoologie, vorzüglich der Entwicklungsgeschichte, sagte bereits 1859 bei Gelegenheit der Untersuchungen über Papuas und Alfurus, unabhängig von Darwin, nachdem er den Begriff der Art bestimmt hatte als „die Summe von Individuen, welche durch Abstammung verbunden sind oder sein könnten"; weiter: „Die gruppenweise Vertheilung der Thiere nach Verwandtschaft scheint dafür zu sprechen, dass auch der Grund dieser Vertheilung ein verwandtschaftlicher sei, d. h. dass die einander sehr ähnlichen Arten, wirklich gemeinschaftlichen Ursprungs oder aus einander entstanden seien, und dass

auch viele Arten, die sich jetzt getrennt halten und fortpflanzen, ursprünglich nicht getrennt waren, dass also aus Varietäten nach systematischen Begriffen specifisch verschiedene Spezies geworden sind. Wie weit diese Entwicklung der Arten aus einander anzunehmen ist, darüber wage ich mir selbst keine Meinung zu bilden".

Von besonderer Bedeutung für die weitere Wirkung des Darwinismus war das zeitliche Zusammentreffen mit bedeutenden Entdeckungen in der Urgeschichte des Menschen. Man erinnere sich, dass Cuvier das Vorkommen fossiler Menschen in Abrede gestellt hatte, so auch das fossiler Affen. Diese Meinung, zunächst Resultat kritischer Beleuchtung angeblicher Funde, welche sich als zufällige Beimengungen herausstellten, und soweit legitimirt, war dann so sehr verwachsen mit seinen Prinzipien, dass nach diesen der fossile Mensch unmöglich war. Für Affen wurde diese Ansicht schon 1837 von Lartet widerlegt, indem dieser Reste von solchen aus den Mergeln von Sansan beschrieb. 1856 erhielt Fuhlrott den bekannten Neanderthalschädel*), über welchen ausser ihm Schaaffhausen und Huxley Publikationen machten. Man erinnerte sich jetzt, das Schmerling 1833—1844 unter Knochen, gesammelt in zweiundvierzig Höhlen des Maasthales, namentlich in der Höhle von Engis, Schädel gefunden hatte, welche die Existenz niedrig kultivirter Menschenrassen in Verbindung mit Höhlenbär, Ren, Bison, Elephant, Nashorn erwiesen, Thieren, welche jetzt entweder überhaupt nicht mehr oder doch nicht mehr an jenen Orten existiren, und dass ebenso 1842 Spring in der Höhle von Chauvaux bei Namur Thierreste gemischt gefunden hatte mit denen von Menschen, welche die Grösse der Eskimo's, niedere Stirn, breite Nase, vorspringende Negerkiefer zeigten und anscheinend Menschenfresser gewesen waren. Es begann damit eine Periode der eifrigsten Forschung nach fossilen Menschen. Namentlich die französischen Höhlen mussten nach einander ihre Geheimnisse aufdecken. Schon 1860 konnte Lartet seine Bemerkungen über das geologische Alter des Menschen in Südeuropa an die Pariser Akademie richten. Boucher de Perthes fand zu den viel bestrittenen bearbeiteten Feuersteinen, silex taillés, von Moulin Quignon bei Abbeville auch einen menschlichen Unterkiefer. Zu Funden aus den mit Tropfstein oder langjährigem Schutte überdeckten Höhlenböden und aus den freien Stätten menschlicher Cultur kamen die skandinavischen Mahlabfälle, Küchenreste, Kjökkenmöddinge. Aus den bis dahin nicht verstandenen Haufen von Schalen der Auster, Herzmuschel, Miesmuschel und Strandschnecke gruben Thomsen, Nilsson, Lund, Forchhammer Knochen vom Ur, Bär, Luchs, Wolf, Eber, Hirsch, Schwan, Auerhahn, Alk und Ente, Gräten von Fischen und Geräthe von Horn, Knochen, Holz und Steinen, sehr ähnlich denen aus den Höhlen des Perigord. Das Pferd fehlte, als diese Lager sich bildeten, jenen Gegenden noch, der

*) Dieser Schädel wird von vielen Gelehrten für einen Idiotenschädel angesehen.

Boden war mit Kiefern bedeckt, welchen die Eiche und dann die heutige Buche folgte, die Küsten zogen anders als heute. Eine weitere Gruppe bildeten die Funde in den Pfahlbauten, welche, 1854 bei besonders niederem Wasserstande in den Schweizerseen deutlich geworden, zuerst vorzüglich von Keller untersucht, dann weiter, auch nach Deutschland hinein, verfolgt, einen unglaublichen Reichthum an Zeugnissen über die Lebensumstände des Menschen in vorhistorischen Zeiten ergaben, zugleich an alte Nachrichten des Herodot und an Wohnplätze der Papuas erinnernd. Die Archäologie wurde die Vermittlerin zwischen Geschichte und Geologie. Ein niedrig organisirter Mensch erschien ebenso sicher verdrängt, überwunden als Thiere, mit welchen er gleichzeitig gelebt, welche er gejagt, deren Glieder er des Markes halber zerschlagen, deren Fleisch er gebraten, auf deren Geweihe, Knochen und Zähne er seine Zeichnungen gegraben, deren Theile er zu seinen Geräthen gewandelt hatte, an deren Knochen die Zähne der Raubthiere ihre Spuren hinterlassen hatten. Was man im Torfe, in See- und Flussalluvien, unter Asche und Lava, in Table mount in Californien bis gegen 200' tief von Resten der Menschen, der Hausthiere, der Cultur ausgrub, veränderte zusammengreifend die Vorstellungen von menschlicher Vorzeit gründlich.

Während Darwin auf den Ursprung des Menschengeschlechts kaum hingewiesen hatte, wurde der Mensch, Angesichts seiner ungeheuer grossen nicht nur moralischen, sondern auch physischen Entwicklung, anfangend mit Cannibalen zur Zeit längst untergegangener Thiere, ganz anderer kontinentaler Gestaltungen, noch fortgesetzt in historischen Zeiten, wie es die Zunahme der Hirnhöhlengrösse auf den Pariser Kirchhöfen beweist, in kürzester Frist der Haupthebel des Darwinismus. Die Frage der Entwicklung des Menschengeschlechtes und seiner genetischen Beziehung zu im Systeme zunächst stehenden Formen, die Begreifung auch des Menschen in einen Stammbaum bildeten das Feld des bittersten Kampfes. Während Bronn vom wissenschaftlichen Standpunkt aus den Vorwurf machte, dass Darwin die Consequenzen nicht ziehe und das mit Recht, denn die Probe einer Theorie ist, ob sie die Consequenzen erträgt, entstand, als man das auf diesem Gebiete that, für den Darwinismus eine Gefahr in der öffentlichen Meinung. Diese wollte sich mit der Abstammung vom Affen nicht zufrieden geben und war für die subtilere Behandlung, dass die Darwin'sche Theorie nicht eine Abstammung von jetzt lebenden, greifbaren, sondern von idealen Quadrumanen aus untergegangenen Ländern aufstelle, es sich also nicht um Affenväter, sondern um Affenvettern handle, wie für die, dass eigentlich nicht die Affen, sondern die Halbaffen unsere Ahnen seien, wohl aus keinem anderen Grunde, als weil es mit den Affen nicht ganz passte, wie auch für den Trost, dass durch ein Solches der Fortschritt zur grösseren Vollendung möglich sei, gleich unempfindlich.

Noch kurz zuvor hatte Owen, einer der kenntnissreichsten und thätigsten englischen Zootomen und Paläontologen, in seinem System der Säugethiere für den Menschen eine besondere Unterklasse der Archencephala eingesetzt, weil bei ihm allein das Kleinhirn von den Hinterlappen des Grosshirns überdeckt sei. Indem er auch andere Gehirnunterschiede als den Menschen absolut vom Affen unterscheidend auf jener englischen Naturforscherversammlung 1860 festhielt, namentlich den sogenannten pes hippocampi minor im Hinterhorne des grossen Vertrikels, auf ein Missverständniss der Beschreibung des Oranghirns durch holländische Gelehrte, forderte er zur genaueren Vergleichung des Hirns und der anderen Qualitäten des Menschen mit denen der Affen heraus. Die absoluten Unterscheidungszeichen wurden namentlich von Huxley und Vogt weggebrochen. Es ergab sich sogar, dass solche spezifische Merkmale, welche dem Menschen allein zukommen sollten, gerade bei ihm am häufigsten fehlten. Es zeigte sich zwar nicht eine kontinuirliche Reihe von niedersten Affen durch höhere zum Menschen, auch lieferten die fossilen Affen nicht erheblich über das Niveau der lebenden hinausgehende Zwischenformen; aber es stellte sich heraus, dass, wie einige untergegangene Affenformen und Abnormitäten zwischen dem Normalen der jetzt lebenden vermittelten, so auch die besonderen Eigenschaften des Menschen mehr als ein Complex erschienen, welcher in den verschiedenen Gruppen der Quadrumanen Beziehungen fand, an gewisse mit Einigem, an andere mit Anderem sich anschliessend; so wie sich auch andere Thiere innerhalb der Ordnungen zu verhalten pflegen. So setzte Huxley im schroffsten Contrast die Menschen nur als eine zoologische Familie der Anthropini in die Ordnung der Primates und suchte Beispiele, um zu zeigen, wie ebenso die einzelnen Bestandtheile der Psyche, der intellektuellen und moralischen Natur der Menschen, nach welcher Geoffroy St. Hilaire für diesen ein besondres Reich aufgestellt hatte, sich bei anderen Thieren wiederfänden. Für das körperliche Substrat der Psyche geben die Hirnmengen einigen Anhalt. Dem Hinduhirn der obigen Tabelle mit 46,7 Cubikzoll reiht sich das des Gorilla nach White mit 37 Cubikzoll sehr viel näher an als jenes dem grossen kaukasischen. Solche Maasse würden, wenn statt absolut, in Relation zum Körpergewicht bestimmt, allerdings keine so grossen Differenzen für die Menschenrassen und keine so gute Stufenleiter herab zum Gorilla geben. Aber auch dann ergeben Affenhirne noch sehr auffällige Maasse. Das Gehirn eines von uns präparirten dreijährigen Chimpanse wog 352 Gramm, in Relation zum Körpergewicht 1 : 18,67, das der mikrozephalen achtjährigen Helene Becker nur 219 Gramm, jenes zu diesem ziemlich genau im Verhältniss von 5 : 3 *). Dass auch die

*) Uebrigens haben die Mikrozephalenschädel und Gehirne keine besondere Aehnlichkeit mit Schädeln und Gehirnen von Affen.

Relation des Hirngewichts gegen das Körpergewicht bei jenem Affen günstiger ist als beim erwachsenen Menschen, ist ein Resultat verschiedener Umstände. Einmal haben kleinere Thiere in verwandten Arten relativ grössere Hirne; zweitens junge Thiere grössere als erwachsene, drittens ist beim Chimpanse der Abschluss des Hirnwachsthums, also die volle Grösse früher erreicht als beim Menschen. Das Gehirn unseres Orang von zwei und einem halben Jahr wog 323 Gramm, in Relation zum Körpergewicht sogar mit 1:13,41, damit relativ viermal so schwer als das des erwachsenen Menschen.

Der früher mehr in Betracht gezogne Camper'sche Gesichtswinkel, gebildet durch eine Linie von der Stirn zur Wurzel der Schneidezähne und eine andere von der äusseren Höröffnung zum vorderen Ende des Bodens der Nasenhöhle, und ein Ausdruck für die den Gesichtsschädel überlagernde Entwicklung des Hirnschädels, bei den kaukasischen Europäern 80—85° selbst über 90°, bei den breitgesichtigen Mongolen 75—80°, bei den Negern 70—75° messend, ergab bei der Völkerschaft der Makoias in Südafrika 64°, bei den Tikki-Tikki oder Akkanegern, den Zwergen Schweinfurths nur 60°, bei den Saimiriaffen dagegen nach Geoffroy St. Hilaire 65°. Wie die Hirngrösse als etwas erst mit der Kultur Errungenes, Fortschreitendes erkannt wurde, so erschien auch ein alter Schädel aus der Höhle La Naulette durch Mangel der Kinnbildung am Unterkiefer, einer noch aus der Bronzezeit durch drei Wurzeln an den vorderen Backzähnen affenähnlich. Während die anthropomorphen schwanzlosen Affen sich namentlich durch die, zwar durch den Periplus des Hanno bekannt gewordenen aber vergessenen und neuerdings wieder entdeckten Gorillas vermehrten, welche in Grösse den Menschen fast übertrafen, tauchte der Schwanz der Niam-Niam-Neger*) immer wieder auf, die japanische Insel Jesso lieferte die behaarten Ainos und Schweinfurth und Miani fanden in Centralafrika jene Zwerge von im Mittel nur 1,46 m. Höhe**). Canestrini stellte geschickt die Charaktere zusammen, welche in anomalem und rudimentärem Vorkommen den Menschen mit den Wirbelthieren bis zu sehr niedrigen Abtheilungen herunter verbinden. Auch Schleiden reihte in populären Vorträgen die psychischen Entwicklungen des Menschen in das System der Entwicklungsreihen im Sinne Darwin's ein.

Die Zeit der Entwicklung des Menschengeschlechts liess sich an Hand der gemachten Funde in Perioden eintheilen. Buffon hatte schon Menschen

---

*) Nach H. Hagen sind alle Darstellungen geschwänzter Menschen von Gessner bis Buffon Copien der Abbildung des Macacus silenus von Ceylon aus Ritter Bernhard's von Breidenbach Reise nach Palästina 1486. In mythischer Zoologie pflegen Abbildungen und Beschreibungen immer weiter einander steigernd auseinander hervorzugehen.

**) Sie sind auch affenartig durch die scharfen Lippen und die einwärts stehenden Füsse. Von Hausthieren haben sie nur das Huhn.

mit Steinwaffen auf unserem Boden unterschieden, Goyet 1820 gezeigt, dass der Gebrauch von Kupfer und Bronze dem des Eisens vorausgegangen sei, Thomsen, in der Behandlung der Alterthümer des Nordens, arbeitete das weiter aus in Unterscheidung einer Steinzeit, Bronzezeit, Eisenzeit. Retzius und Nilsson zeigten, dass die Skandinavier der Steinzeit mehr, die der Bronzezeit weniger von denen der Eisenzeit verschieden waren. Lartet begründete Epochen der vorgeschichtlichen Menschen nach den mit ihnen lebenden Thieren: die älteste mit dem Höhlenbären, Ursus spelaeus, die zweite mit dem Mammuth, Elephas primigenius, die dritte mit dem Ren, Tarandus rangifer. Die Steinzeit lässt sich nach Bearbeitung der Steine eintheilen in eine neolithische mit polirten Steinen und eine paläolithische mit gehauenen Steinen. Mortillet nennt jene nach einer sehr bekannten Pfahlbaustelle: Epoche Robenhausien. Ihr gehören die Pfahlbauten, die Dolmen, die künstlichen Höhlen, die Grabstätten in Höhlen, die Werkstätten, die Kamps an; sie hatte die jetzigen Hausthiere und das jetzige Klima. Die andere enthält zunächst die Epoche magdalénien, nach der Grotte Madeleine; diese enthält Reste in natürlichen Höhlen und freien Lagern, sie hatte ein kaltes und trockenes Wetter gleich nach Weggehen der grossen Gletscher, als Hausthier das Ren, jagte Ur, Bison und Mammuth, in ihr lebten als Raubthiere bei uns Hyänen und sehr grosse Felinen; die Menschen waren kurzköpfig und hatten auch Knochengeräth. Dieses fehlt der älteren Epoche, Solutréen, nach der Höhle von Solutré im Departement der Saone und Loire; die Feuersteinspitzen sind auch hier schon beidseitig scharf wie Lorbeerblätter. Die Epoche moustiérien, nach der Höhle Moustier im Departement Dordogne, fiel in die kalte und nasse Gletscherzeit; der Menschenschlag war dolichozephal, führte einfach geschärfte Feuersteinspitzen und Schabmesser, hatte den Höhlenbären und das Nashorn zu Genossen; dahin gehört auch die Höhle von Engis. Noch tiefer stand die Industrie in der ältesten Epoche acheuléen, von der Fundstätte St. Acheul bei Abbeville; die Menschen hatten nur mandelförmige, plumpbehauene Steine, sie erfreuten sich eines gemässigten Klimas der Präglazialzeit, jagten das Nilpferd und den Elephas antiquus, waren vermuthlich Neger; dahin gehört das trou la Naulette und dahin stellt Mortillet auch den vielbesprochenen Neanderthalmenschen. Diese Cultur-Epochen haben überall nur lokale Bedeutung; an der Loangoküste bilden sich noch, indem die Weiber nur das Fleisch der Austern mitnehmen, Austerschalenbänke; die Papuas haben noch Pfahlbaudörfer und viele Wilde erhalten Metalle nur durch zufällige Einfuhr, so dass Stein- und Knochengeräth noch heute seine Rolle spielt; die Lappen leben noch vom Ren, die Neger noch vom Elephanten und die Buschmänner kritzeln Figuren, wie es die Höhlenmenschen Europas thaten. Es erscheint nunmehr die Urgeschichte, namentlich die Urkulturgeschichte des Menschen in Europa als eins der best-

geordneten Kapitel der Entwicklung der Schöpfung in der Zeit, ohne dass die Wurzel sehr viel deutlicher blosgelegt wurde, als man es mit Hülfe der noch lebenden Ueberreste niedrig kultivirter Stämme an der Südspitze Amerikas und Afrikas, sowie in Australien und namentlich der von späteren Einwanderern in's Innere indisch-australischer Inseln und indischer Halbinseln verdrängten Urbevölkerung*) zu thun vermochte; ja eher mit dem Resultate, dass es sich bei den Fortschritten mehr um neue Einwanderer als um Umwandelungen gehandelt habe. Wie das Ren dem Rinde und die Waldbäume einander, so schien der Cannibale dem Culturmenschen gewichen zu sein. R. Wagner meinte, die Darwin'sche Hypothese, das Grundproblem der Zoologie in sich schliessend, könne nur durch die Untersuchungen über die ältesten Spuren des Menschengeschlechts und deren Verhältniss zur Geologie und Urgeschichte Europas, zu der ältesten Fauna und Flora der im Freien vorkommenden Thiere und Pflanzen, wie der den Menschen begleitenden Hausthiere und Culturgewächse bestätigt oder widerlegt werden, da die methodische Verfolgung des Problems lange Perioden, wenigstens von Jahrhunderten erfordern würde. Aber Menschenreste sind aus alten Zeiten äusserst sparsam, Hausthiere und Culturgewächse haben zugleich die Frage der grösseren Veränderlichkeit und hatten die Möglichkeit mit den Menschen über sonstigen Organismen entgegenstehende Hindernisse weg eingeführt zu werden, so dass ihre Ableitung dadurch viel schwieriger wird. So scheinen wilde Thiere erfolgreichere Studien zu ermöglichen, wie das die wundervollen Reihen von Elephantenprofilen Falconer's, die Entwicklung jetziger Bären aus dem Höhlenbär, die Verbindung verschiedener lebender Hyänen durch die Höhlenhyäne, der Stammbaum des Pferdes und Anderes beweisen.

Wir müssen von dieser Abschweifung zu einigen wichtigen, direkten Momenten für den Darwinismus in England zurückkehren. Bates war 1859 vom Amazonas heimgekommen und veröffentlichte 1858 seine reizende Reisebeschreibung. Er illustrirte theils die Uebergänge zwischen verschiedenen Arten, theils die Sonderung der Verwandten zu Arten durch Bodenverhältnisse, theils wandte er in eigenthümlicher Weise das Princip der

*) Die Jakun's in Malacca wohnen auf einem Zweigdach in Bäumen, wie deren ja auch bei den afrikanischen Negern vorkommen, und haben als Geräthe nichts als einige Steine, eine halbe Kokosnuss zum Kochgeschirr und ein Stück Bambus als Wassergefäss, wie es die Natur gar leicht gebrauchen lehren muss. Doch benutzen sie das Feuer und haben von den Missionären Ceremonien und Gesänge gelernt. Eine Australnegerin führt in ihrem Sacke einen flachen Stein zum Zerklopfen der Wurzeln, Quarzstücke zu Messern und Lanzenspitzen, Steine zu Aexten, Harz, Känguruhsehnen und Knochen, Opossumhaar, Stücke Haut von Känguruh zum Poliren, Muschelschalen, Thon zum Anmalen, Baumrinde u. s. w. und stets den in trockenem Grase schwehlenden Feuerstock.

nützlichen Eigenschaften an zur Erklärung des Vorkommens sonst schwer begreiflicher Uebereinstimmungen neben übrigens geringer Verwandtschaft. Man finde nämlich in Brasilien häufig neben grossen Schwärmen eines Schmetterlinges, z. B. von der Gattung Ithomia, einige Individuen einer oder mehrerer anderer Arten, manchmal sogar aus anderen Familien und Unterordnungen, welche, im Aeusseren jenen zum Verwechseln ähnlich, im Bau wesentlich von ihnen verschieden seien, während sie ihren eigentlichen Verwandten ganz unähnlich seien. Man könne solche nachahmende Arten, als mocking species, auf mocked species beziehen. So gebe es Ithomiaarten, welche sechs bis sieben mockings aus der Gattung Leptalis hätten. Es drängte sich die Vermuthung auf, dass diese durch solche Aehnlichkeiten, oder wie Bates es nannte, mimetic analogies, Nachahmungen, Vortheile hätten, wie durch die früher erwähnten Aehnlichkeiten mit Rinde, Blättern u. s. w. So schien in der That eine Art von Agrias dadurch vor den Vögeln und Raubinsekten geschützt, dass sie einer Callithea gleicht, welche durch ihren Geruch sehr widerlich ist. Für eine Callithea angesehen, wird diese Agrias unbehelligt bleiben, sie schmuggelt sich in ihrer Verkleidung durch. Das ist also eine sehr exakte und auf Ungewöhnliches bezogene Art von mimicry, von disguises of nature, natürlicher Maske. Die Vermeidung der Gefahr steht übrigens hier immer etwas näher der gewöhnlichen schützenden Wirkung natürlicher Masken als der lange bekannte Vortheil, dessen sich gewisse Fliegen und Käfer durch die Aehnlichkeit ihrer äussern Erscheinung mit bienenartigen Insekten erfreuen, indem sie unbemerkt in deren Nester gelangen, wo sie ihre Brut ablegen. Edward Doubleday hatte übrigens 1846 in seinem Werke Genera of diurnal Lepidoptera darauf aufmerksam gemacht, dass gewisse Leptaliden den Heliconiden, zu welchen die Gattung Ithomia gehört, wenn sie ihnen an Gestalt und Farbe ähnlich sehen, auch in einer besonderen Eigenthümlichkeit der Adern der Hinterflügel gleichen. Es ist wohl zu beachten, dass daraus viel eher eine wirkliche Verwandtschaft als eine Nachäffung zu erschliessen wäre. Das wichtigste Motiv für die Annahme der letzteren fiele damit weg.

R. Wallace veröffentlichte 1864 seinen Aufsatz über die Erscheinungen der Veränderung und geographischen Verbreitung der Papilioarten des malayischen Archipels, welchen 120 Arten dieser Gattung bewohnen, davon 29 auf Borneo, 27 auf Java, 21 auf Sumatra, sechs bis zehn auf jeder der kleineren Inseln. Dabei kommt einfache, unregelmässige Veränderlichkeit vor bei Papilio severus; Polymorphismus zeigt P. memnon, indem in der Descendenz eines Paares ein Theil der Weibchen von den Männchen nur durch die braune oder aschfarbige Färbung bis zum Weissen mit dunkelgelben und rothen Zeichnungen verschieden ist, wobei die Vorderseite, wie beim Manne mit rothen Flecken und unterbrochenen Fleckenreihen, bessere Verbindung bildet, die andere, unver-

ändert braun im Grunde, dazu geschwänzte Hinterflügel und weisse und ledergelbe Streifen auf denselben hat, beide Sorten unvermittelt und wieder mit gemischter weiblicher Nachkommenschaft, während die Männchen überall tief schwarz mit hellaschblau bestäubt sind und runde, sporenlose Hinterflügel behalten. So gehören auch zu P. pammon, ausser den nur mit einem rothen Fleck ausgezeichneten gewöhnlichen Weibchen, noch P. polytes und vielleicht P. romulus als weitere Weiberformen, und P. ormenus aus Neuguinea und den Molukken hat drei von ihm ganz verschiedene Weibchen; bei P. alphenor ist das Männchen stets sich gleich, das Weibchen ganz anders und sehr veränderlich.

Lokale Einflüsse machen sich dabei in Folgendem geltend:

1. Die indischen Arten von Sumatra und Java sind stets kleiner als die verwandten von Celebes und den Molukken.

2. So sind, wenn auch weniger auffällig, auch die Arten von Neuguinea und Australien kleiner als die nächsten Arten und Varietäten der Molukken.

3. Unter den Molukken ist es Amboina, welches die grössten Arten und Individuen hat.

4. Die Arten von Celebes kommen denen von Amboina gleich und übertreffen sie zuweilen.

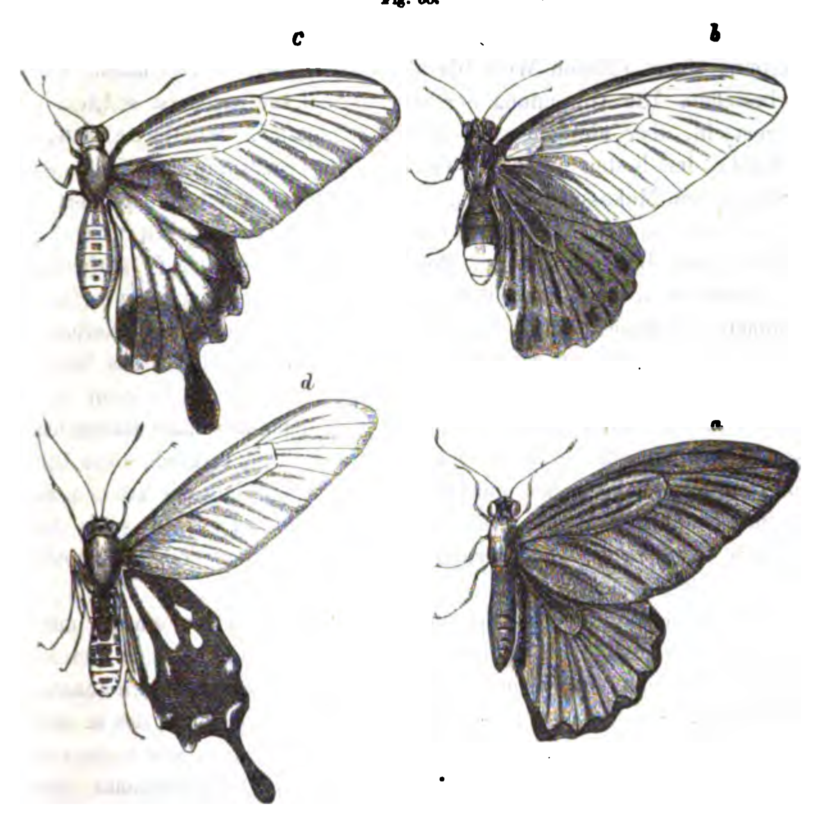
5. Die von Celebes haben verlängerte und schärfer gekrümmte Vorderflügel und Flugbeschleunigung; 13 Papilio von dort theilen das mit 10 Pieris und 5—6 Nymphalis. Diese Eigenthümlichkeit fehlt dem P. polyphontes, welcher vielleicht einen andern Schutz habe.

6. Geschwänzte Arten Indiens und der westlichen Inseln verlieren östlich die Schwänze. Sowie Wallace Memnon auffasst, wäre es zutreffender zu sagen, die ungeschwänzten bekommen westlich Schwänze.

Vierzehn Papilioniden Indiens und des malayischen Archipels imitiren die wenig gesuchten gemeinen Danaiden; solche genaue Nachahmung findet sich fast nur bei Zusammenwohnenden und ist zuweilen so gross, dass sie die Sammler täuschte. Der Reichthum des Archipels, gegen 120 Arten Südamerikas, 65 des tropischen Asiens und 40 Afrikas (sowie 3—5 Europas) ist der Trennung in Eilande zuzuschreiben. Man kann die Arten in zwanzig Gruppen theilen, von denen sieben auf die indo-malayische, drei auf die austral-malayische Abtheilung beschränkt sind. Die Vulkankette lässt Java und Sumatra als erst kürzlich getrennt erscheinen; diese grossen Inseln sind durch die zwischenliegenden Inselchen der Sundagruppe fast verbunden und doch mehr verschieden als das durch ausgedehnte See von ihnen getrennte und nicht vulkanische Borneo. Je zwanzig Arten von Borneo kommen auf Sumatra und Java vor, diese erscheinen hauptsächlich, Sumatra fast ganz, von Borneo bevölkert und durch es verbunden gewesen. Borneo und Java haben zwei Arten, Sumatra nicht eine für

sich, aber Celebes siebzehn; es erscheint wie eine zusammengeschmolzene Gruppe von Inseln. Diese Insel stellte einen der ältesten Theile des Archipels vor, älter als die Gruppen zwischen ihm und Australien oder

Fig. 33.



Geschlechtsdimorphismus, Polymorphismus der Weiber von Papilio Memnon Linné und angebliche mimetische Analogie mit Papilio coon. Die Abbildungen sind etwa in der Hälfte der natürlichen Grösse nach Exemplaren des Heidelberger Museums gemacht.

a. Das schwarze Männchen, der P. Protenor Esper's. In der Zentralzelle der Vorderflügel sind die fünf dunklen Striche, welche bei den Weibern auffällig sind, immerhin auf dem schwarzen Grunde zu erkennen. Auf Vorderflügeln und Hinterflügeln sind die zum Rande laufenden Adern von Streifen aus vereinzelten blaugrünen Schüppchen begleitet, was im Holzschnitt nur durch eine Abschwächung des Tones wiedergegeben werden kann. b. Ein braunes Weib mit einem grossen und einem ganz kleinen rothen Fleck an der Wurzel der Vorderflügel; auf den Hinterflügeln sind die Randadern ebenfalls von blaugrünen Schüppchen begleitet und der Innenwinkel zieht ein wenig in's Ockergelbe; diese Farbe hat auch die Hinterleibspitze. Im Uebrigen drückt die Schattirung den dunklern und hellern braunen Grund aus, letzteres fast bis zum Durchsichtigen. c. Ein geschwänztes Weib, der Papilio Achatiades Esper. Dasselbe ist, mit 14 cm. Flügelspannung, grösser als die vorigen. Die Vorderflügel unterscheiden sich von b durch die Abbleichung des rothen Fleckens fast in Weiss. Die Hinterflügel sind der Mannesqualität von blaugrünen Schuppen ganz untheilhaftig und besitzen in der Gegensetzung weisser Felder gegen schwarzbraunen Grund ein ganz neues Element. Dieses und der Sporn bedingen vorzüglich die, von Wallace als mimicry genommene, grössere Aehnlichkeit mit: d. Papilio Coon Fabricius, der in den braunen Vorderflügeln dem vorigen nicht ähnlicher ist als dem unter b. Die Felder sind übrigens bei d ersichtlich ganz anders; zwei Ecken der Hinterflügel nach Innen vom Sporn sind scharf gelb, der Schnitt der Flügel ist ganz verschieden und ihre Spannung misst nur 12,4 cm.

Indien, und hat einen Theil der organischen Welt eines alten Landes bewahrt. Es gebe, sagt Wallace, so viele Zeichen allmählicher Umwandelung und der Abhängigkeit von physikalischen und organischen Umänderungen, dass man ebensowohl annehmen könnte, es seien nie Ablagerungen in früheren Meeren gebildet worden oder die fossilen Muscheln seien nicht Denksteine einer früheren Welt, als alle Arten seien so geschaffen, wie sie jetzt bestehen. Die Anwendung der Statistik auf die Arten ist seitdem vielfach gemacht, aber nie so energisch und so nützlich. Wallace hatte, wie es scheint, den besten Schlüssel für die Thiergeographie mit Celebes und der Strasse von Makassar getroffen. 1867 folgte eine Arbeit on mimicry and other protective resemblances among animals und 1868 die ganze Beschreibung der Reise, in welche die obigen Mittheilungen wieder verflochten sind, zum Theil erweitert. Davon ist noch hervorzuheben die mimetic analogie, welche für die geschwänzte Form des Weibes von Papilio memnon gefunden wird mit P. coon*), und ähnlich für das Weib des nahe stehenden P. androgeus mit P. Doubledayi, welcher den P. coon in Vorderindien ersetzt, sowie zweier Weibchen des gleichfalls nahe stehenden P. theseus mit P. antiphus und P. Doubledayi. Wallace verglich diese Dimorphismen unter den Weibchen und Trimorphismen innerhalb der Art dem Falle, dass ein Engländer Frauen verschiedener Farbe habe und seine Söhne sämmtlich dem Vater, die Töchter jeder Frau aber den verschiedenen Müttern ähnlich sähen.

Bei dem hohen Interesse der mitgetheilten Thatsachen scheint mir die Deutung von Wallace nicht geboten und eher unrichtig. Genauer betrachtet handelt es sich, wenn Bastardirungen ganz auszuschliessen sind, wie wir annehmen, um eine Combination von zwei Ausführungen des Dimorphismus, des in der Bildung von Schwänzen oder Sporen und des in der Färbung, welche beide einzeln bei den Papilioarten häufiger sind und als Geschlechtsdimorphismus oder in gewöhnlicher Varietät auftreten können. Es erscheint vorschnell, das ohne bestimmte Beweise als mimetic analogies zu verstehen. Da es sich hier um Arten einer Gattung handelt, ist noch mehr Veranlassung vorhanden als in den Beispielen von Bates diese Aehnlichkeit eher zu verstehen als Beweis alter Verwandtschaft; so dass die Weibchen oder eine Form derselben nicht mit später angepasster Eigenschaft mimicry trieben, sondern Träger ererbter Eigenschaften, die Männchen und die etwaigen anderen Formen der Weibchen aber von der frühern Form abgewichen seien. Ist es ja ohnehin gewöhnlich, dass die Männchen aus dem Bilde der Verwandtschaft am Meisten heraustreten, und für den Nutzen, welchen mimicry hier bieten sollte, ist nicht eine Ahnung.

Ein sehr vorzüglicher Schmetterlingskenner Staudinger hat für die Varietätenbildung 1878 folgende Kategorieen aufgestellt:

---

*) Siehe Fig. 33 auf der vorigen Seite.

1. Zufällige Aberrationen bei Arctia caja Lin., Cidaria truncata Hfn.

2. Lokalvarietäten: Zygaena occitanica Vill. in Frankreich wird bei Granada Z. albicans Staud., in Katalonien zur dunklen Z. iberica Staud.; Zygaena rhadamanthus Esp. in Südfrankreich verwandelt in Katalonien das Roth der Hinterflügel in Schwarz und wird so Z. Kiesenwetteri Herr. Sch.; Z. ephialtes L. gab vom selben Weibchen in Steiermark fünf bis sechs der beschriebenen Formen, während in Griechenland und Norddeutschland sich die Extreme befestigt haben. Vanessa urticae Lin. wird in Korsika und Sardinien V. ichnusa Bon., im hohen Norden V. polaris Staud.

3. Vikariirende, das heisst unvermittelte Varietäten, so Vanessa Milberti God. in Nordamerika.

4. Zeitvarietäten: Arashnia levana L. Frühlingsgeneration, A. prorsa, Sommervariation; Anthocharis belemia Esp. giebt im selben Sommer A. glauce Hübn., überwinternd wieder belemia. Auch amerikanischer Formen haben wir beim Polymorphismus gedacht.

5. Futtervarietäten: Ellopia prosapiaria L. ist rothbraun auf der Kiefer, wird die grüne E. prasinaria Hübn. auf der Fichte; Cidaria obeliscata Hübner wird bei gleichem Futterwechsel ebenso aus Rothbraun in's Grüne verändert als C. variata Schäff.

6. Hybriden: Smerinthus hybridus Westm. Bastard aus S. ocellata L. ♂ und S. populi L. ♀*); wenn S. populi als ♂ fungire, gleiche das Junge ganz ihm.

7. Sexuelle Varietät in Dimorphismus, z. B. bei Epicalia nyctimus Westm. aus Südamerika. Sehr auffällig ist auch der geschlechtliche Dimorphismus des Papilio pammon, dessen Weib, bis Westermann die Zugehörigkeit entdeckte, als Papilio polytes ging; dann interessant der in der Gruppe des Papilio tullus aus dem heissen Amerika und der bei den Ornithoptera des Gebietes der Molukken und Australiens. Der Polymorphismus der Weibchen, dessen wir bei Wallace erwähnten, namentlich die fünferlei Weibchen von Papilio memnon, reihen sich an.

8. Dimorphismus der Larven an Raupen und Puppen. Für eine erwähnten wir oben Acherontia atropos und Metopsilus elpenor.

Die Wirkungen äusserer Umstände sind in den Futtervarietäten sicher bewiesen, in den zufälligen, den Lokal- und Zeitvarietäten und den vikariirenden sehr wahrscheinlich. Staudinger glaubt, dass der Weise, wie Darwin mimicry bei Schmetterlingen verstehe, die Seltenheit der mimetischen Arten gegenüber den normal gebliebenen entspreche.

Dass die Motive für den Dimorphismus auch der Zeitvarietäten nicht schwer aufzufinden seien, ist von vornherein anzunehmen. G. Dorfmeister hat 1863 durch Temperaturregelung zur Zeit der Verpuppung oder an frisch

*) Unsere Sammlung hat diesen Bastard.

Verpuppten die Zwischenstufen zwischen den dimorphen Formen der vielbesprochenen gelben Arashnia levana, welche aus überwinterten Puppen, und der schwarzen A. prorsa, welche nach einer Puppenruhe von nur wenig Tagen im Sommer entsteht, zu Stande gebracht. Solche Zwischenstufen kommen als A. porima selten in der Natur vor; sie sind Producte langsamerer Sommerentwicklung; niedrigere Temperatur macht die Farben weniger lebhaft. Es ist mir aus meiner Kindheit erinnerlich, dass ein Schmetterlingshändler Haas in Darmstadt Hipparchien oder ähnliche braune Tagfalter, indem er die Puppen in den Eiskeller setzte, grau, indem er sie in die grelle Sonne brachte, schwarzbraun machte, wobei jedoch die meisten Puppen zu Grunde gingen. Es wird durch Versuche zu bestimmen sein, wie weit Licht und Wärme direkt oder durch die raschere Entwicklung indirekt das zu erzeugen im Stande sind, dessen letzte Effekte uns z. B. in den gesättigten Farben wie alpiner Blumen, so auch der Schmetterlinge der Hochgebirge begegnen und es kann geschehen, dass wir finden, aus welchem Grunde sich solches z. B. in den Polyommatus zum Geschlechtsdimorphismus regelt. Solche Versuche werden auch am ersten in Stand setzen, Vererbung einerseits und Variation andererseits abzuwägen und die Bedeutung direkter Einflüsse für Veränderung gegenüber dem indirekten der Auswahl aus Verändertem besser zu bestimmen. Andere meinen freilich, die alpinen Blumen seien in der Wechselwirkung mit den befruchtenden Insekten zu lebhaften Farben gekommen. Dies scheint eine Stelle zu sein, wo auch das Licht, dessen direkte Wirkung sonst bei den Thieren mehr zurücktritt, neben der Wärme in dem Effekte auf Thiere geprüft werden kann. Dorfmeister hat die Puppe von Vanessa Antiopa ohne Erfolg in Eis gesetzt. Varietäten durch Futterpflanzen verkümmern nach ihm meist. Bastardirung von Zygaena filipendulae ♂ mit ephialtes ♀ gab ihm nur der Mutter gleiche Nachkommen.

Während der Korrektur dieser Bogen hat Weismann in seinen Studien über den Saisondimorphismus der Schmetterlinge mitgetheilt, dass die Sommerform V. prorsa durch Wärmeherabsetzung im Puppenstande nicht allein in porima, sondern auch fast in levana verwandelt werden könne, aber nur für einen Theil der Individuen, und dass fast nur ausnahmsweise es gelinge, aus Puppen, welche levana zu geben hätten, durch Erwärmung porima oder gar prossa zu ziehen; dass dagegen Pieris napi unter Kälteeinwirkung stets die an der Flügelspitze weniger breit schwarze Winterform statt der Sommerform ergebe, aber in keinem Falle die Hochalpenform Pieris Bryoniae durch Wärme zu napi gewandelt werden könne. Genauer betrachtet liefert übrigens jene Vanessa nach der Wintergeneration zwei Sommergenerationen und die vierte wird, seltene Fälle beeilten Ausschlüpfens abgerechnet, wieder Wintergeneration. Diese Vanessa ist statt „monogoneuont“ nicht nur „digoneuont“, sondern „polygoneuont“. Bei diesen Verschiedenheiten können Kälte und Wärme nicht als einfache un-

ittelbare Ursachen des Saisondimorphismus, sondern nur als mittel-re erscheinen. Die Vermittelung denkt sich Weismann durch die Eis-t, während welcher alle Tagschmetterlinge allein Winterpuppen bildeten, sogenannt mit dem Frühjahrskleide, also z. B. als levana, auftraten, i welchem Zustande aus sie mit Verlängerung des Sommers Sommer-erationen mit Sommerkleidern allmählich ausbildeten, ohne diese jedoch dahin so befestigt zu haben, dass sie nicht unter Umständen, also in n Versuchen, rückfällig würden, während auch heute jene Aenderung ulich hervorzurufen noch unmöglich ist. Pieris napi habe dann die merform in noch späteren Zeiten entwickelt als Vanessa levana und sei halb auch sicherer zum Rückfall in die Eiszeitform zu bringen. Weitere piele scheinen zu beweisen, dass einfache klimatische Verschiedenheiten reinzustimmen vermögen mit denjenigen im Saisondimorphismus einer neren Gegend, hervortretend zwischen zwei Generationen, welche in lssigteren vielleicht ganz identisch sind und in kälteren der Monogo-ntie Platz machen. Da die zwei Generationen, wenn identisch, z. B. Polyommatus phlaeas Linné mit der einfachen übereinstimmen, erscheint besondere der wärmeren Gegend, hier Italiens, als die abgewichene. höhere Temperatur veranlasst also die Farbenänderung; dieses mit lmungsänderung, wie ich das im vorigen Jahre bei Gelegenheit meiner ersuchungen über den Ursprung einiger europäischer Schmetterlinge tert hatte, und ganz im Zusammenhange mit den konstitutionellen Eigen-ften, also z. B. dem Geschlechtsdimorphismus. Der Saisondimorphis-scheint nur zu entstehen, wenn die Puppen alternirender Jahresgene-nen sehr verschiedenen Temperaturen in regelmässigem Wechsel und h lange Zeiträume ausgesetzt werden, fast nur bei Puppenwinterung.

Im Jahre 1863 versuchte Fritz Müller in Desterro in einer geist-len Schrift „Für Darwin", vorzüglich für die Krebse, in einem gemein-lichen Stammbaum die Klüfte zu überbrücken, durch welche man e Klasse bestimmter getheilt erachtet hatte, als sie es ist. Er suchte dabei eigenthümlich zerstreut vorkommende Eigenschaften, die überwiegend einseitige Handentwicklung, den Eintritt des Athem-ers zu den Kiemen von hinterwärts, die Nauplius ähnlichen Larven-ute, darauf, ob sie Erbtheil oder gleichmässige Errungenschaft seien. Ausbildung nützlicher Eigenschaften erschien ihm das Beispiel von rennasseln, Tanais dubius, besonders beachtenswerth, aus einer Gattung, die ohnehin durch ihre Beziehungen zu Amphipoden wie Isopoden merk-dig ist. Es seien hier zweierlei Formen für Ausbildung nützlicher Be-derheiten für die Männchen gegeben, indem die einen durch stärkere ischeeren, die anderen durch bedeutendere Riechorgane für das Begattungs-chäft bevorzugt seien. Für das Prinzip dürfte es dabei kaum einen grossen terschied machen, ob es sich wirklich hier um Thiere einer Art handelt,

oder ob nur die Weibchen äusserlich ununterscheidbar waren, welche z
den beiderlei Männchen sich hielten.

Fritz Müller erklärte die einfache Anwendung der Stufen der Ent
wicklungsgeschichte auf das natürliche System für thöricht; die in de
Entwicklungsgeschichte enthaltenen geschichtlichen Urkun
den würden dadurch verwischt, dass jene einen imme
graderen Weg einschlage, und gefälscht durch die Verän
derung auch der Larven im Kampfe um's Dasein. Mülle
indem er ersichtlich die Theorie förderte, hat sehr viel dazu beigetrage
den Darwinismus in weiteren Kreisen annehmbar erscheinen zu lassen.

1863*) habe ich in einigen Aufsätzen über die geographische Ve
breitung der Thiere der aller Naturforschung einen frischen Impuls i
bestimmter Richtung aufnöthigenden Theorie Darwin's in dem Sinn
Anwendung gegeben, aus dem Charakter der Thierwelt Rückschlüsse z
thun auf den Gang der Veränderungen in der Gestaltung der Festlände
das besonders erläuternd an dem Beispiele der australischen Thierwe
Ich habe jedoch damals bemerken zu sollen geglaubt: Darwin habe zw
der Hervorhebung des Unterschiedes halber wohlgethan, sein Prinzip d
natürlichen Auswahl sehr bestimmt dem des Lamarck von den Verä
derungen unter der Einwirkung äusserer Einflüsse entgegenzustellen: se
Prinzip sei wesentlich neu, wahr und gewinnbringend; es sei aber doch i
Allgemeinen kaum zu bezweifeln und an vielen Punkten geradezu bewiese
dass wirklich äussere Einflüsse Ursache von Veränderungen werden u
prinzipiell müssten wir wohl soweit gehen, in der Verschiedenheit de
äusseren Einflüsse allein die Ursachen der Veränderlich
keit, also nicht blos die der Veränderung zu suchen. Auch habe i
betont, wie der Schwerpunkt der Frage, ob aus den Variationen die Summe d
Eigenschaften zurückkehre zum alten Bilde und der Artbegriff gewissermass
über den zeitlichen und örtlichen Veränderungen schwebe, oder ob derselbe
allmählicher Wandlung nur vorübergehende Bedeutung besitze, einen direkte
Beweis nur durch das Experiment finden könne, für die indirekten al
von der Beobachtung der durch Häufung der örtlichen und zeitlichen Ei
wirkung gesteigerten Effekte in thiergeographischen und paläontologisch
Untersuchungen am ersten etwas zu erwarten sei.

Kölliker hat sich 1864 bemüht, das Prinzip der nützlichen Variat
und der natürlichen Züchtung wieder auszuschalten, weil er darin ei
teleologische Auffassung fand. Diese aber liegt durchaus nicht nothwend
vor, denn Nutzen ist ein Effekt und braucht nicht bezweckt zu sein. W

---

*) Durch die nothwendige Karte hat sich der Abdruck jener Arbeiten im Zo
logischen Garten Bd. V. und VI. bis 1864 und 1865 verschleppt. Der erste Aufs
war vor der Veröffentlichung des von Wallace über die Papilioniden des Indo-M
layischen Gebietes geschrieben.

oder auffälligere Konsequenzen nicht immer eintreten; andere Male fehlt uns jedes weitere Verständniss, auch ist unser Massstab oft ganz ungenügend. Wir selbst haben, übrigens in der Hauptsache Nathusius beitretend und das dringende Bedürfniss der von ihm gegebenen Reform anerkennend, in logischer Konsequenz erhebliche Zweifel, ob ein Thier eine an ihm zum ersten Male aufgetauchte oder in der Reihe der Ahnen nur in langen Intervallen, jedenfalls nicht regelmässig, besonders bei den nächsten Verfahren nicht oder weniger gegeben gewesene Eigenschaft ebenso stark vererben werde, als eine durch einen langen Stammbaum in voller Höhe versicherte. Settegast trat schon 1859 Nathusius bei und ging in Anerkennung des Darwinismus über ihn hinaus.

Für die Ausbildung persönlicher Eigenschaften nach den Umständen gab Nathusius 1864 ein Beispiel in seinen klassischen „Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere, zunächst am Schweineschädel". Die Form erschien ihm nur in der Anlage erblich, die Ausführung Produkt der Ernährung und sonstiger Lebensweise. Später hat Nathusius dahin unterscheiden zu können geglaubt, dass sich natürliche, morphologische Eigenschaften im Ganzen sicher, physiologisch bedingte nur in der Anlage, zufällige gar nicht oder selten, Missbildungen selten, erbliche Krankheiten sehr vererben. Die hier gemachten Kategorien haben allerdings keine volle Schärfe; es ist nicht möglich, Morphologisches vom Physiologischen im Gesunden, Missbildungen von Krankheiten ganz und gar zu trennen und dabei die Vererbungsfähigkeit gesondert zu bestimmen. Auch hier heisst es „Natura non facit saltum". Eine „erbliche Krankheit" heisst allerdings deshalb so, weil sie sich sehr gewöhnlich vererbt. Eine Untersuchung müsste sich also darum drehen, welcher Art im Uebrigen sind Missbildungen oder Krankheiten, welche sich vererben, mit welchem Grad der Wahrscheinlichkeit vererben sie im Ganzen oder Einzelnen, welche Beziehungen lassen sich zwischen den sonstigen Eigenschaften und dem Grade der Erblichkeit finden, und welche Aufklärung kann daraus für Vererbung überhaupt gewonnen werden. Eine Missbildung kann Rasseneigenthümlichkeit sein, so der Albinismus, welcher bei Menschen, Kaninchen, Frettchen, Mäusen, Ratten eine der am sichersten vererbenden Eigenschaften bildet*). Diejenigen Missbildungen, welche deutlich auf Verbindung mehrerer Embryonen beruhen, haben selten auf Vererbung untersucht werden können; bei den siamesischen Zwillingen hat sich der Zustand zunächst nicht vererbt. Manche Missbildungen gehen hervor aus grobstörenden Einzelerlebnissen im Embryonalstande, ihre Vererbungsfrage wird mit der für im freien Leben errungene Eigenschaften zusammenfallen**).

*) Lydtin berichtet, dass in Mezöhegyes der arabische Halbblutbeschäler, Schagir X., obwohl bedeckt mit melanotischen Geschwülsten unter der Haut, weil er sie nicht vererbt, anstandslos zur Zucht benutzt wird.

**) Nach Draper Makinder vererbte sich ein Mängel an Fingerphalangen durch

Obwohl Nathusius der Darwin'schen Lehre eine tiefere Bedeutung abstreitet, weil die Formabänderungen, soweit die Beobachtungen rühren, sich innerhalb bestimmter Gränzen bewegen, so ist er doch vielleicht innerlich mehr der Transmutationslehre verwandt und hat ihr mehr genützt, als überhastige Anhänger, welche, weil sie durch ihre Erfahrungen ihrer Phantasie Schranken anzulegen nicht vermögen, unverzagt in jede Bahn eintreten. Für die zootechnische Rassenverbesserung können wir nach den von Nathusius gegebenen Fingerzeigen mit Sicherheit bestimmte wissenschaftliche Grundlagen zu gewinnen hoffen. Nichts würde mehr im Stande sein wissenschaftlicher biologischer Forschung Anerkennung in den praktischen Disziplinen zu verschaffen, als Ausbau in dieser Richtung.

In einer ähnlichen Weise wie H. v. Nathusius gab Rütimeyer von 1860 an ein Beispiel, wie auf dem neuen Boden durch gründliche Spezialarbeiten zu nützen sei. Nachdem ihm die Schweizer Pfahlbauten Gelegenheit gegeben hatten, das Bestehen zahlreicher, jetzt aus Mitteleuropa verschwundener grosser Säuger in jener Periode, die Veränderungen unserer Haussäugethiere seit der Steinzeit, sowie die Erhaltung von Resten der ältesten Hausthiere jener Zeit, der Torfkuh im Braunvieh, des Torfschafs und Torfschweins in Graubünden neben romanischer Sprache und kurzköpfigem Menschenschlage nachzuweisen, die Pfahlbauperiode aber durch die Befunde der vom Mammuth und Nashorn sich nährenden Menschen von Aurignac als eine verhältnissmässig neue zu erkennen und die Vermuthung auszusprechen, ältere Menschenreste seien unter dem Schutte der alten Gletscher zu suchen*), verfolgte er die Familien, in welchen unsere Hausthiere stehen, zum Theil auf ihre Entwickelung. Man wusste schon länger, dass ein engeres Band für Säugethiere, welche erwachsen weniger ähnlich sind, durch die Jugendformen gewonnen werden kann, wie man auch in anderen Thiergruppen einen der ausgezeichnetsten Gesichtspunkte darin hat, dass embryonale Charaktere oder Larvencharaktere oder Jugendcharaktere, welche verschiedenen Gruppen gemeinsam sind, in einigen überwunden werden, in andern nicht, oder solche, welche bei einigen Jugendcharaktere sind, bei anderen erst den Erwachsenen angehören.

So haben Löwen und Puma's nur jung, erstere selten über das dritte Jahr hinaus Flecken, Leoparden haben sie jung und behalten sie immer. Geparde und Jaguare haben sie jung nicht, erhalten sie aber später. Einige Hirsche kommen nie über den Spiess, die Gabel oder die drei Enden jedes Geweihes der einjährigen, zweijährigen, dreijährigen Edelhirsche hinaus; Axis und Damhirsch und das Weibchen des Sikahirsches behalten

drei, nach Wallis Fingermehrzahl durch sechs Generationen. Ich selbst kenne einen Fall von Vererbung eines abnorm kleinen Fingers durch mindestens drei Generationen und ohne Beschränkung auf ein Geschlecht.

*) Tiddeman fand in der Victoria-Höhle bei Settle (Settle-Cave) in York-shire ein, wie er meint, präglaziales Wadenbein.

die weissen Zeichnungen, welche das Reh, der Wapitihirsch, der Edelhirsch und das Wildschwein bald ablegen. Gewisse Reiher bringen es zeitlebens nicht über eine bräunliche oder bläuliche Färbung, aus welcher andere zum reinen Weiss sich aufschwingen. Einige Amphibien legen die Kiemen und Schwänze ab, andere behalten diese oder diese und jene. Einige Krebse sind nur jung langschwänzig, andere bleiben es. Solche Differenzen können in Beziehung zur Veränderlichkeit Erwachsener stehen; so haben zuweilen Tapire, Bären, so hat ein Theil der zentralasiatischen, in zahlreichen Arten unterschiedenen Edelhirsche erwachsen mehr oder weniger, oder nur zu gewisser Jahreszeit Flecken oder Zeichnungen, welche die Jungen immer besitzen. So giebt es andererseits Damhirsche, welche gar nicht und solche welche nur im Sommer gefleckt sind.

Nach Rütimeyer stellen sich im Vergleich benachbarter Arten von Säugern Milchgebiss und jugendliche Schädelform als das heraus, an dem man am Besten den Descendenzzusammenhang erkennen kann, als sicherstes Substrat der Erbschaft, als Familieneigenthum; das Wechselgebiss, die späteren Schädelgestalten sind viel wandelbarer. Die Vererbung ist für ihn wie für Geoffroy das konservative oder stationäre Element; diesem entgegen steht ein progressives, metaboles, der Erwerbung. So kann es in einer Gruppe Verwandter stabile, terminale, progressive Typen geben. Jenes angewandt auf die Wiederkäuer, so bleibt dem fötalen Wiederkäuerschädel der Antilopenschädel am treuesten, indem er ein kräftiges, horizontal gelagertes Scheitelbein behält; der Rinderschädel entfernt sich am weitesten durch die Unterdrückung der Scheitelbeine zu Gunsten der hörnertragenden Stirnbeine. Es kann hier, wie nach Müller bei den Krebsen, ein Erbtheil wie in den Jugendzustand zurückgedrängt, so auch gänzlich überwunden, ausgeschaltet sein.

1868 stellte Moritz Wagner die Wanderung der Organismen, Migration, als nothwendige Bedingung der Entwickelung von neuen Varietäten und Arten dar. Die Fortbildung und Befestigung individueller Merkmale ohne Isolirung hielt er für unmöglich, da nur durch die Isolirung eine stete Kreuzung mit unveränderten Stammesgliedern verhindert werde. Es wäre dann die Vermischung der etwas von einander Abweichenden und gemischte Vererbung die Ursache dafür, dass die Abweichungen gewöhnlich in gewissen Schranken hin- und herpendeln. 1870 entwickelte er diese Meinung zu einer Separationstheorie, beschränkte diese aber auf Häckel's Einwürfe auf die höheren Organismen mit getrennten Geschlechtern. Auch Weismann hatte schon 1868 eingewandt, dass die Wirkung der Isolirung nicht durch die Abschliessung vom Stamme sondern durch die besonderen in dem abgeschlossenen Terrain gegebenen Lebensbedingungen zu suchen sei, auch dass der sexuelle oder andere Dimorphismus und Polymorphismus aus der Isolirung nicht erklärt werden könnten und dass manche Arten, so Vanessa cardui, trotz der Isolirung nicht variirten.

Die Einwände sind begründet, doch ist es ersichtlich, dass, wenn Besonderheiten eingetreten sind, oder Veranlassung für solche vorliegt, der Ausschluss der Kreuzung dieselben rasch fördern und sichern muss. Auch muss die Isolirung nicht eines Paars, sondern einer gewissen Menge diese ihren Schicksalen gewissermassen ungebändigt durch Konkurrenz wie rein von Kreuzung entgegen treiben.

Einen reellen Beweis, nach welchem sehr zu verlangen man allen Grund hatte, schien 1866 Hilgendorf*) für die Transmutation in der Zeit zu geben, indem er aus den früher für verschiedene Arten der Gattung Planorbis und Valvata erklärten Sumpfschnecken des Süsswasserkalks von Steinheim auf der rauhen Alp bei Ulm eine, sich hin und her zu Limnäen und Planorben wendende, zusammenhängende Reihe einer einzigen Schneckenart Planorbis (Carinifex) multiformis Bronn darstellte, bald flach, bald gethürmt; bald glatt, bald gerippt; bald gewölbt, bald eckig; bald gross, bald klein. Neumayr hat uns später eine ähnliche Reihe von Melanienschnecken aus jung tertiären Lagern in Slavonien vorgeführt. Fridolin Sandberger hat jedoch 1873**) gegen Hilgendorf bewiesen, dass in allen Schichten jenes Steinheimer Süsswasserkalkes sich, wenn auch in verschiedenen Mengen, alle Formen, glatte und kegelförmige des Carinifex multiformis und neben ihnen und unter einander, wie gegen Carinifex, unvermittelt ächte Planorbis, P. Zieteni Braun und P. costatus Zieten, finden, dass auch die embryonalen Schalen gänzlich verschieden seien. Eine Entwickelungsreihe aus auf einander folgenden Formen bestehe also nicht. In allen Schichten variirten andere Schnecken, Gillia utriculosa und Limnaeus socialis ebensostark. Den Gründen Sandberger's haben sich auch solche Paläontologen nicht verschliessen können, welche der Descendenztheorie anhängen z. B. der Amerikaner Hyatt, welcher für die Ammoniten gerade eine Schilderung der Entwickelung in der Zeit nach dieser Theorie gegeben hat.

Wie für Amphibien schon lange ein natürliches Band zwischen denen mit perennirenden Kiemen und denen ohne solche dadurch gefunden war, dass die letzteren doch in der Jugend Kiemen ausbildeten, so ergab die Entwickelungsgeschichte darüber hinaus für höhere Wirbelthiere, dass sie wenigstens ebenfalls im Embryonalstande sehr vergängliche und kiemenlose Kiemenspalten am Hals ausbildeten, deren Konsequenzen in der Gliederung des Systems der Aortenbögen liegen. Solche Beispiele sind den Vorstellungen von einer kontinuirlichen fortschreitenden Entwicklung der Thierwelt besonders günstig gewesen. Nun geschah es 1865, dass im Amphibienhause des Jardin des plantes zu Paris ein Axolotlweibchen, angeblich Siredon lichenoides, laichte. Cuvier und Rusconi hatten die Siredon für Larven erklärt; sie sehen in der That kiementragenden Salamanderlarven höchst ähnlich. Hunter

*) Monatsbericht der Berliner Akademie.

**) Wiesbadener Naturforscherversammlung.

sah sie für erwachsen an und man fand Eier in den Ovarien. Später waren Gray, Girard und Baird wieder der Meinung, sie seien doch Larven von Ambystoma punctatum. Dadurch, dass jenes Individuum laichte, schien die Sache entschieden. Die Eier fielen nach einem Monat aus, die Kiemen vervollkommneten, die Beine bildeten sich. Da verloren Ende October vier oder fünf der jungen Siredon zur grössten Ueberraschung die Kiemen und den Rückenkamm, wurden weisslich gefleckt, entwickelten die Schnauze, wobei die Gaumenzähne weiter zurück zu stehen kamen und die zwei seitlichen Haufen derselben sich quer verbanden, erhielten so ein ganz neues Ansehen, wurden Ambystomen. Bei der Brut des nächsten Jahres geschah das bereits für neun Stück und so fort. Man mochte die kiemenlosen Thiere halten, wie man wollte, sie gaben keine Eier; die seit Jahren verwahrten und fruchtbaren Eltern behielten dagegen ihre Kiemen. Die Thiere mit den Merkmalen des Ausgewachsenseins waren unfruchtbar, die unausgebildeten waren geschlechtsthätig. Man konnte nicht zweifeln, dass Siredon zum Ambystoma zu werden vermochte, aber es blieb unklar, unter welchen Umständen oder bis zu welchem Grade das, was sonst eine Vollendung war, auch hier als eine solche betrachtet werden dürfe. Für das Stehenbleiben auf dem unreifen Stande hat man Beispiele in den Kaulquappen, welche bei mangelndem Licht und Wärme in ihrem Stande bleiben, und von welchen nach Hamlin in Nord-Amerika ein Theil regelmässig im Herbst die Entwickelung nicht fertig bringt und sie erst im nächsten Frühling vollendet; für die Fortpflanzung im unausgebildeten Stande in Triton alpestris, welcher nach Philippi zuweilen Eier und Samen trägt, während er noch Kiemen hat; für eine im Gegentheil überrasche Entwickelung in Salamandra atra der Schweizer Alpen, welche ihre Jungen zuweilen erst nach Schwund von deren Kiemen zur Welt bringt; aber dass nur die Larven fruchtbar seien, war nie dagewesen. Man kann die Sache vielleicht so verstehen, dass frühzeitig eintretende Geschlechtsthätigkeit die Metamorphose des Siredon lähme und später solche nicht mehr geschehen könne; die Abschaffung der Kiemen würde also immer das Erwachsen bezeichnen und wird es sich wohl ergeben, dass eine Fruchtbarkeit der Ambystomen auch vorkommt. Jedenfalls hatte man hier etwas, was eine Ausnutzung ungleicher Generationen für Artumgestaltung zur Verfügung stellte, mehr als bei einem typischen Generationswechsel. Man konnte sich Tritonen und Salamander vergangener Zeiten auch erwachsen mit Kiemen, zukünftiger Zeiten auch jung ohne Kiemen, Frösche ohne Beine oder mit Beibehalt der Schwänze fruchtbar denken. Die embryonalen Formen gewannen an Elasticität für die Benutzung als Bindeglieder und wirkliche Beweise der Geschlechtsverwandtschaft.

Als solle Alles zusammenkommen, fand 1862 Witte bei dem Fossilienhändler und Lehrer Haeberlein in Pappenheim das merkwürdige Skelet von Archaeopteryx macrura oder lithographica, oder nach Wagner

Gryphosaurus, aus dem Solenhofer Schiefer, ein Thier, welches den lebenden Vögeln viel näher kam als die schon als Uebergangsformen angesehenen Flugeidechsen, Pterodaktylen und Rhamphorhynchen, indem es Federn, ein Gabelbein und ein Laufbein mit drei Köpfen hatte, aber doch zwei freie Finger statt eines und zwanzig gestreckte Schwanzwirbel, an welchen die Federn nicht im Fächer, sondern zweizeilig standen, statt des in Wirbelverschmelzung verkürzten gewöhnlichen Vogelschwanzes. Man hatte den Urvogel. Wagner und Giebel glaubten wohl ohne allen Grund nicht recht an die Federn. Odontopteryx tolipiacus Owen reiht sich neuerdings an, ein Vogel aus dem London Thon von Sheppey, in Grösse des Schwans mit abwechselnd grösseren und kleineren Zähnen in jedem Kiefer. Die Belebung paläontologischer Studien war auch an anderen Stellen auffällig, so beispielsweise für die Hirsche in der Arbeit von Fraas, für die Moschusthiere in der von Milne Edwards, beide im Sinne natürlicher Verwandtschaft wirksam.

Bei den Botanikern hat die Lehre von der Wirksamkeit des Nutzens auf die Eigenschaften fast noch sichereren Beifall gefunden, als bei den Zoologen, ziemlich allein mit Ausnahme von Wiegand. Dieser, in eingehendster Kritik erachtet die Arten im Unterschiede von den Varietäten durch absolute Differenzen geschieden, am ersten polyphyletisch entstanden. Er nimmt jedoch vor der Periode der fertigen Arten mit konstanter Vererbung eine Primordialperiode an, in welcher die Urzellen der Arten im Monerenstande einen monophyletischen Stammbaum hatten. In den gegen seine Einwände gerichteten Streitschriften Jäger's, eines der geschicktesten Vertreter des Darwinismus und neueren Herausgebers der eigenen Schriften Darwin's, findet sich neben schärfster Polemik manche wichtige philosophische Durcharbeitung einzelner Momente und nicht weniges zoologische Thatsächliche von Interesse. Ein Haupteinwand Wiegand's und Anderer, dass die sehr geringen Anfänge nützlicher Eigenschaften noch nicht nützlich sind und also nicht eine Bevorzugung begründen und dadurch entwickelt werden können, muss dahin erledigt werden, dass zunächst die verschiedenen erlittenen Einwirkungen die Variationen als Effekt haben, dass dann diese Effekte überall wieder als Ursachen wirken, wenn auch erst nicht in derselben spezifizirten Weise wie später und nicht nothwendig immer und von Anfang an durch ihre eigene Nützlichkeit ihr Dasein sichernd und ihre Ausbildung fördernd, dafür vielmehr öfter zunächst noch vom „Zufall“, das heisst von ausser ihnen liegenden Motiven abhängig, auf oder ab schwankend, sich zur Verfügung stellend. Doch blieben auch anderen Botanikern einige Bedenken. So nahm Nägeli an, dass jede Pflanze von selbst die Tendenz habe, nach einer bestimmten Richtung hin zu variiren; es sei weiter vor Allem die morphologische Gliederung, welche bei den Thieren in der Regel mit der Arbeitstheilung zusammenfalle, dies aber bei den Pflanzen nicht



thue, da jedes Organ allerlei Funktion ausüben könne, bei den Pflanzen nicht aus dem Nützlichkeitsprinzip zu erklären. Damit wird im Allgemeinen Variation und Anpassung aus dem Erbtheil geboren, was auch ganz logisch ist, aber sich auch mit dem Darwinismus verträgt, so lange man der Variation nur eine gewisse Breite lässt, sie nicht als ein ganz und gar Gegebenes, als eine vorgezeichnete Entwickelungsreihe betrachtet. Pringsheim glaubte bei Sphacelarien Erscheinungen wahrgenommen zu haben, welche eine fortschreitende Entwickelung mit zunehmender morphologischer Differenzirung erkennen lassen. Auch Sachs meint, in der Forschung solche Eigenschaften der Pflanzen, welche keine Beziehung zur Aussenwelt zeigen, die rein morphologischen, von solchen gesondert halten zu müssen, welche es der Pflanze allein möglich machen, unter gegebenen äusseren Bedingungen zu existiren. Es scheine gewiss, dass die letzteren nur durch Adaption im Kampfe um's Dasein erworben werden konnten; die Kultur habe Eigenschaften gegeben, welche für wilde Pflanzen sich nicht eignen. Die ersten und einfachsten Pflanzen entstanden ihm durch Urzeugung. Die äusseren Einflüsse wirkten nicht direkt auf Eigenschaften, welche im Stande sind erblich zu werden, diese treten vielmehr unabhängig von der unmittelbaren Einwirkung der äusseren Einflüsse auf, so dass man entweder in dieser Beziehung wirksame äussere Anstösse als sonst unmerklich oder die Vorgänge im Inneren als in der Art aufeinander wirkend annehmen müsse, dass früher oder später eine Veränderung äusserlich erscheine. Wenngleich die erblichen Eigenschaften unabhängig von direkten äusseren Einflüssen entstehen, so hängt doch die Möglichkeit, ihre Existenz durchzusetzen, von äusseren Umständen ab. Bastarde sind zur Variation geneigt und die sexuelle Vereinigung zweier Individuen kann in gleichem Sinne dafür förderlich betrachtet werden, wie die zweier Arten. Den Pflanzenzüchtern ist Bastardirung eines der wichtigsten Mittel die Konstanz zu erschüttern. Ein Beispiel, wie die Zeit operirt, ist, dass die Kunst die Stachelbeeren in 66 Jahren auf 5 Loth Gewicht hat bringen können. Gegen die allmähliche Arbeit sollen dagegen Beispiele von Köstlin sprechen, dass alle falschen Akazien mit stachellosen Zweigen von einem 1803 gefundenen Exemplare, alle gefüllten Rosskastanien von einem einzigen bei Genf gefundenen und von 1824 an durch Pfropfreiser vermehrten Baume stammen.

Dass es an Pflanzen Eigenschaften gebe, welche keine Beziehung zur Aussenwelt hätten, und deshalb von der Anpassung auszuschliessen wären, ist uns ebenso verwunderlich, als es uns bei Thieren dünken würde. Ebenso wenig wüssten wir einen Grund durch äussere Einflüsse neuerdings entstandene Eigenschaften von der Erblichkeit im Prinzipe auszuschliessen. Eigenschaften, besonders aus einem vorübergehenden Ernährungszustande sich ergebende, können allerdings, wenn sie mehr äusserlich auffällig, als innerlich bedeutsam sind, der Proportionalität für die Beziehungen zur

Aussenwelt, zur Anpassung, zur Vererbung ermangeln und deshalb Ausnahmen zu machen scheinen.

Es war unmöglich, Alles aufzuzählen, was für oder gegen Darwin in den Jahrzehnten seit jener Periode geschrieben worden ist; der Strom ist breiter geworden, aber nicht entsprechend kräftiger. Er ist vom Körperlichen auf die verschiedensten geistigen Gebiete ausgedehnt worden. Aber wir müssen noch eingehender Ernst Häckel's gedenken, des offenbarsten und rührigsten Apostels Darwin's in Deutschland, welchen man als den deutschen Darwin gepriesen hat und dessen Einfluss, nachdem seine natürliche Schöpfungsgeschichte durch den Botaniker Martins, einen der Vermittler zwischen deutscher und französischer Wissenschaft, in's Französische übertragen wurde, nicht allein, wie bisher, schon auf England zurückwirken, sondern auch in anderer Richtung über die Gränzen unseres Vaterlandes hinaus zur Geltung kommen dürfte.

Häckel, einer der begabtesten Schüler von Johannes Müller, war, als Darwin's Buch erschien, schon mit bedeutenden Arbeiten hervorgetreten.

Begründet wurde sein Ruhm dureh die Monographie über die Radiolarien. In Messina gesammeltes Material gab ihm Gelegenheit ein Paar hundert Arten dieser kieselgerüsteten Protozoen zu unterscheiden und sie in 115 Gattungen unterzubringen. Vielleicht noch interessanter waren die Arbeiten über die in Villa franca beobachteten Medusen, von welchen ihm die Geryoniden 1865 statt des gewöhnlichen Wechsels zwischen einer sitzenden und einer schwimmenden Generation einen Dimorphismus zeigten von zwei durch die Generation zusammenhängenden geschlechtsthätigen, nicht allein nach dem Numerus der Antimeren, sondern weiter im Baue so verschiedenen Medusen, dass Häckel selbst die Dimorphen anfänglich verschiedenen Familien zugetheilt hatte, eine Allotriogonie oder Allöogenesis.*)

Auch diese Arbeit hatte wesentlich einen systematischen Charakter, aber sie scheint angethan gewesen, dem Verfasser die Zweifel zurückzurufen, welche ihm in der Kindheit über die Fassbarkeit der Spezies gekommen und welche durch die vitalistischen Grundansichten Johannes Müller's

---

*) Mc Crady (Boston Proceedings 1873) meint hierzu, es sei unmöglich, dass eine Cunina sich ebenso von einer Turritopsis wie von einer Geryonia entwickle und dabei nur eine Artdifferenz zwischen dem Cuninaabkömmling der einen und andern bestehe. Es gebe keinen schärfern Beweis der destruktiven Wirkung der Darwin'schen Meinung einer unbegränzten und gesetzlosen Neigung zur Veränderung und Umwandlung, als dass ein so geschickter Beobachter die vorliegende Thatsache so ansehe. Es scheint Mc Crady, dass die jüngsten Larven von Cunina, als Planulae am Magen der andern Quallen schmarotzen, wo sie dann wie Epithelverdickungen erscheinen und von Mc Crady selbst Anfangs bei Turritopsis für die Jungen angesehen wurden.

zurückgedrängt worden seien. Auch hatte Häckel bei der erwähnten Reise in dem Protogenes primordialis die gewünschte Urform für Alles gefunden. So haben Häckel's Arbeiten von dieser Zeit an, ebenso, wo sie das Ganze spekulativ behandelten, als wo sie weitere Spezialitäten enthielten, den Stempel der Durchführung der Selektionstheorie gehabt und wenigstens für den präzisen Ausdruck der einschlägigen Thesen eine grosse Bedeutung erlangt. Seine generelle Morphologie 1866, deren umfassender und mannigfaltiger Inhalt auf das Einzelne kritisch einzugehen unthunlich macht, leitete die besonderen Eigenschaften des Organischen aus den allgemeinen Eigenschaften der Materie her, mit Streichung der Vorstellung der Schöpfung als einer unmöglichen. Sie bemühte sich, die erste Entstehung organischer einfacher Wesen aus deren Beschaffenheit begreiflicher zu machen, fand die Eigenthümlichkeiten nicht in der gestaltlichen Organisation, sondern im Aggregatzustand und der chemischen Mischung schon des morphisch nicht Organisirten und leitete die zunächst folgenden Organismen durch Differenzirung des Kerns und der Hülle erst ab. Danach ist konsequent durchgeführt, wenn auch stellenweise über das Maass betont, die Individualität der Theile. Die Breite in der Zurückführung auf mathematische Grundlagen bringt, ohne ersichtlichen Nutzen, einen die Uebersichtlichkeit erschwerenden Haufen von Namen mit sich. Diesem gestaltlichen, allgemein anatomischen Theil reiht sich der allgemein entwickelungsgeschichtliche an, anknüpfend an die schon im ersten Theil gemachte Dreitheilung der organischen Welt in Thierreich, Protistenreich und Pflanzenreich. Wenn die Schwächen der Zweitheilung zwischen Thieren und Pflanzen darin lagen, dass dieselbe nur begrifflich gestellt, aber nicht überall sachlich durchgeführt werden konnte, dass, wie das Oken ausdrückte, die Pflanze Thier werden kann, d. h. in gewissen Phasen, wenn solche allein bestånden, nach der Summe ihrer Eigenschaften als Thier klassifizirt werden müsste und es nun eine Menge von Organismen giebt, welche in der Summe der Eigenschaften aller Phasen zusammen nicht ein Entscheidendes bieten, viele andere, welche nicht nach allen ihren Phasen, also auch nicht nach den durch die einzelnen bestimmten Verwandtschaften bekannt sind, wenn es sich mit anderen Worten nicht übersehen lässt, wo die breitesten Lücken der Verwandtschaft in der jetzt vertretenen Organisation seien, dann und so lange ist es kein gutes Hülfsmittel eine Hauptgränze an zwei Stellen statt an einer zu ziehen. Der Werth dieser Dreitheilung ist deshalb kein bleibender, aber er war vorübergehend gegeben durch die Betonung der Protisten als eines Mittels zum Verständniss der organischen Welt. Andererseits wurde durch diesen Versuch der Reform die Schwierigkeit, mit der bisherigen Kategorieenbildung durchzukommen, besonders greifbar. Dass es bei diesem neuen Vorschlag trotz aller Sorgfalt gleiche Schwierigkeiten giebt, scheinen die bei Häckel

selbst sehr wechselnd gezogenen Gränzen des Protistenreichs zu beweisen. In den drei Reichen unterschied Häckel Stämme, Phylen, deren Glieder entweder auf dem Zustande eines einfachsten organischen Individuums, Moners, stehen geblieben sind, oder sich durch Differenzirung und Summirung von solchen Stammformen aus entwickelten. Eine solche ideale Vollendung der Darwin'schen Theorie, mit Ausdehnung auf Entstehung des äusserst einfachen, zuerst auftretenden Organischen aus dem Anorganischen und der Entwicklung des Zusammengesetzten durchaus aus jenem, hatte auch schon Oken in der Fortbildung des Urschleims zum Infusorium gedacht. Die fünf Phylen des Thierreichs sind Vertebrata, Mollusca, Articulata, Echinodermata, Coelenterata. Es sind das die Typen Cuvier's mit der Auflösung der Radiata in die beiden letzt geführten Phylen, wie das R. Leuckart wegen der Organisationsdifferenzen eingeführt hat. Statt Typen haben wir also Phylen, und der Namentausch erschien um so weniger bedeutsam, so lange auch bei Häckel diese Phylen uranfänglich getrennt gedacht wurden. Das findet in den Schulen dieser wie jener Secte Ausdruck darin, dass über die Gränzen der Typen hinaus nur Analogieen, welche nur physiologische, funktionelle Uebereinstimmungen sein sollen, nicht aber Homologieen, anatomische, morphologische Uebereinstimmungen sollen gezogen werden können. Wir glauben, so wichtig es ist, nützliche Schranken für den Vergleich zu machen, solle man sich auch in dieser Beziehung nicht a priori einem Dogma gefangen geben, da weder histologisch noch morphologisch, wie wir zum Theil schon gesehen haben, noch physiologisch die Vergleichspunkte zwischen den Typen und Phylen fehlen, so dass die Vergleichbarkeit sicherer nach dem Grade als nach dem Prinzipe verschieden ist. Warum z. B. soll man nicht aus der Entwicklungsgeschichte einen Vergleich zwischen Gliedmassen von Wirbelthieren und Gliederthieren konstruiren können, warum nur aus der Funktion *). Wenn Häckel die Möglichkeit der Abstammung aller Phylen von einer einzigen Stammform zugiebt, so glaubt er doch, dass, während wohl die grosse Mehrheit der Organismen an einem Orte nur einmal entstanden sei, die einfachsten Moneren sehr wohl an mehreren Stellen hätten entstehen können. Das hat Bedeutung für die Frage der Fortdauer der spontanen Generation.

Häckel hat die allgemeine Entwickelungsgeschichte der Stämme, die generelle Phylogenie, in Parallele mit der allgemeinen Entwicklungsgeschichte der organischen Individuen, der generellen Ontologie, durchgeführt. Die Parallele zwischen diesen beiden Entwicklungsreihen war allerdings weder

*) Analogie umfasst bei Aristoteles auch Uebereinstimmungen, welche heute unter die Homologieen gerechnet werden würden. Von den Neueren hat sich namentlich Kowalevsky für den Vergleich über die Gränzen der Typen hinaus ausgesprochen. Ich vertheidige ihn seit Jahren in meinen Vorlesungen zunächst mit Begründung aus der Histiologie.

neu noch durchaus abhängig von dem Gedanken der Transmutation in der Descendenz. In Verbindung mit der Vergleichung der Nebeneinanderstehenden, weniger der Missgeburten, hatte sie ja seit Jahrzehenden, seit der Wiederbegründung der Entwicklungsgeschichte, einen beachtenswerthen Theil der Philosophie der Zoologie gebildet und das System hatte sich ihrem Eindruck nie verschlossen. Das fünfundzwanzigste Kapitel in Agassiz' Essay on classification 1857, seine Arbeit über die Entwicklung der Schildkröten, frühere Arbeiten desselben, der doch ein starker Gegner des Darwinismus blieb, Arbeiten von H. Milne-Edwards und Anderen hatten mehr aphoristisch oder eingehend gezeigt, wie in mehreren Typen, besonders für das Echinoderm Comatula, für die Trilobiten, für die heterozerken Fische und für die Schildkröten, die embryonalen Formen jetzt Lebender den Schlüssel für das Verständniss der Fossile bildeten. In ganz anderem Geiste allerdings hatte Agassiz von letzteren als vorbahnenden, embryonalen Typen, solche, welche zu neuen hinüberwiesen, als prophetische unterschieden, auch eine davon unabhängige Combination der stufenweisen Folge als progressive und endlich solche, welche die Eigenschaften mehrerer Typen vereinigt in sich trugen, als synthetische, Alles ohne die Schlüsse auf Descendenzzusammenhang daraus zu entnehmen. Wenn die Sache nicht neu war, so war doch die Tragweite anders verstanden.

Es liegt in derartiger gemeinschaftlicher Behandlung des Materials ohne Rücksicht darauf, ob es jetzt lebe oder ausgestorben sei, ob es erwachsen oder embryonal oder im Larvenzustand sei, in allem Zusammenfassen in von Schranken gelöstem Ueberblick ohne Zweifel der Fortschritt. Die Gefahr liegt in der Ueberschätzung des Werthes der Methode der Betrachtung oder des Ausdrucks und des Ergebnisses der Betrachtung von einem Gesichtspunkte, im Glauben an Abschluss.

Es ist allgemein bekannt, wie wenig bisher die Paläontologie für eine genaue Feststellung des phylogenetischen Stammbaums hat thun können. Man erkennt gewisse Richtungen, aber die Wege sind nicht so bestimmt vorgezeichnet, dass man nicht fürchten sollte, am Ende gänzlich in die Irre zu gehen; häufig erscheint einer genau so gut als ein anderer. So kommt es, dass unsere Vorstellungen über Phylogenie vorzüglich beherrscht werden von den Erfahrungen der Ontogenie und den systematischen Verwandtschaften. Der Titel Phylogenie tritt an die Stelle des natürlichen Systems, er nimmt die Früchte der vergleichenden Betrachtung, statt dass er sich seinen Werth aus eigenthümlichen Grundlagen aufbaute. Gegensätzliche Unterscheidung des durch Erbschaft Zugetheilten und des durch Anpassung Erworbenen ist dabei gefährlich und in der Durchführung oft sehr willkürlich. Jede Erbschaft müsste ja ohnehin einmal durch Anpassung erworben sein und ebenso müssen für die neu zu machenden Erwerbungen,

für das Vermögen sich anzupassen, so oder so zu variiren, im Erbtheil Vorbedingungen gegeben sein. Das muss erwogen werden gegenüber der Raschheit, mit welcher Manche eine Eigenschaft als Erbtheil, eine andere als Anpassung, jene als wichtig zur Feststellung der Verwandtschaft, diese als unwichtig, ganz überflüssig, vielleicht gar schädlich aber damit nicht durchschlagend und deshalb trotz der Schädlichkeit erhalten bezeichnen. Man hat damit Formeln, welche so gestellt sind, dass immer eine passt; man wählt nach Bedarf, man erklärt die Gegenwart von was es auch sei mit Gründen, welche daraus entnommen sind, . dass es ist, und deren einziger Werth im Zusammentreffen bei Mehreren liegt, man bewegt sich damit im Kreise und präjudicirt weitere Untersuchung. Dabei steht für die äussere Erscheinung die geschlechtliche Zuchtwahl, welche Auszeichnendes, Bemerkliches bedingt, fast diametral entgegen der Zuchtwahl im Uebrigen, welche Anpassung an die Umgebung, Unscheinbarkeit mit sich bringt, und lässt sich selbst bei Zwittern auf das Bequemste als Aushülfe in den Motiven einstellen.

Häckel hat dann immer bestimmter den Gedanken ausgearbeitet: die Phylogenie, Stammesgeschichte, sei die Ursache, auf deren mechanischer Wirksamkeit die gesammte Entwicklung der Individuen, die Ontogenie oder Keimesgeschichte beruhe; die Ontogenie sei eine kurze Wiederholung der Phylogenie, mechanisch bedingt durch die Funktion der Vererbung und Anpassung.*) Die Larvenform wäre dann durchweg wie ontogenetisch, so phylogenetisch das Aeltere. Wenn man aber auch zugiebt, dass unreife Stände im Prinzipe das Aeltere sind, so ist doch gar kein Grund anzunehmen, dass nicht, wie nach Müller Larvenstände allmählich entbehrlich werden können, solche auch allmählich nöthig werden und dasjenige sich in der Entwicklung, von der graden Linie abweichend, nachträglich ausbilde, was einem besonderen Larvenstande nöthig ist. Diejenigen Fälle, in welchen eine Larve wieder zu einem Pseudovum wird, können in der Theorie ebensowohl auf die eine als auf die andere Weise phylogenetisch verstanden werden. Setzen wir, die Eier einer species wurden zahlreicher und kleiner, so wurde ihr ein Larvenleben nöthig und sie bildete dieses an sich, wie in allen Besonderheiten aus. Man sieht, wie verschiedene Wege hier die Konstruktion gehen kann.

Der Gedanke der „Stammbäume" war älter als Darwin. Wir fanden ihn bei Lamarck. Wenn Oken sagt, man habe sich das Thierreich nicht in der Ebene verzweigt, sondern nach einem stereotischen Netzwerk zu denken, so war das das beste Stammbaummodell. Auch Mc Leay suchte schon, indem er die zunächst verwandten Formen in Kreise gruppirte und solche Kreise wieder nach den mehrseitigen Verwandtschaften ordnete, den verschiedenen Beziehungen eines Jeden greifbaren Ausdruck

*) Häckel, die Gasträatheorie. Jenaische Zeitschrift VIII. N. F. I.

zu geben. Seit langen Jahren ist alle Systematik sich dessen bewusst gewesen, dass die lineäre Anordnung den natürlichen Verhältnissen der Lebenden keinen Ausdruck gebe. Bär namentlich hatte dem Aufmerksamkeit geschenkt. Vor dem gewöhnlichen Systeme hat die Form der Stammbäume und der ihnen sich anlehnenden Aufstellungen den Vorzug, durch die Stelle der Abzweigung den Grad der Verwandtschaft, auch wohl die Gleichberechtigung kümmerlicher Zweige mit üppig wuchernden darzustellen. Es kann aber nicht geleugnet werden, dass in der formalen Befestigung der Zusammenordnung eine gewisse Versuchung liegt, die realen Eigenschaften nicht gründlich genug zu erörtern, sondern sich mehr auf den kühnen Griff zu verlassen. So lange man durch die Art der Zusammenordnung etwas Vollkommenes nicht schaffen zu können sich bewusst war, behielt das Einzelne mehr Bedeutung und Freiheit. Es wird jetzt nicht nur seitwärts, sondern rückwärts gebunden. Jede Entdeckung muss einen zerstörenderen Einfluss auf diese Art des Systems ausüben und es ist deshalb bei Anwendung derselben viel mehr Vorsicht nöthig. Die neue Auffassung und Beschreibungsweise der Naturgegenstände nach wirklicher Verwandtschaft, statt früher mit Offenlassung, ob die Verwandtschaft real sei, oder die Eigenschaften nur solcher Verwandtschaft entsprächen, und nach Vererbung und Anpassung, machen nicht etwa einen Abschnitt in der Geschichte unserer Wissenschaft, der Art, dass man bis dahin inventarisirt habe, jetzt aber philosophiren könne. Der Anspruch auf Inventarisiren, sofern damit genaue Angabe über das, was ist, wo es ist und wie es ist, gemeint ist, ist vielmehr erhöht. Spekulation, welche man auf etwas schon Gegebenem aufbaut, die Bekleidung des Alten mit dem neuen Rocke mag vielleicht den Ausdruck klären, aber das Wesen kann sie kaum fördern. Wenn es sehr nützlich ist, dass die Disziplin flüssig, lebendig, nicht versteinert, verknöchert sei, dass der Stoff lebhaft verarbeitet werde, so darf man erst recht die Form, welche man letzterem augenblicklich giebt, nicht überschätzen. Für seine Theorie ein reiches, mannigfaltiges, geordnetes Material beschafft zu haben, war nicht das geringste Verdienst Darwin's. Man muss zuerst von ihm jene peinliche Gründlichkeit lernen, mit welcher er nach allen Richtungen hin Thatsachen sammelte, bevor er Theorieen machte. Nur dann wird man der Selektionstheorie gerecht werden, sie fördern und ihr Boden verschaffen, aber auch sich und den Stoff zu dem Ausbau derjenigen Transformationen bereit halten, welche weiter nöthig sein werden.

Ch. Darwin hat 1868 ein Werk herausgegeben über „Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation". Neben der Ausführung der Vererbungsthatsachen, oder wie man zu sagen pflegt, Vererbungsgesetze, einschliesslich der Rückschläge, der Folgen der Inzucht und der Kreuzung vom Standpunkt der landwirthschaftlichen Thierzucht, enthielt dieses Buch die rückhaltlose Anerkennung, dass Variationen

aller Arten und Grade direkt oder indirekt durch die Lebensbe
verursacht werden, welchen alle Wesen ausgesetzt sind und besono
Vorfahren ausgesetzt waren. Nun ist Variabilität nicht mehr eine
Eigenschaft des Organischen und nur die Auswahl aus Variabe
die Umstände bedingt, sondern auch jene stellt sich dar als
wendige Product der Wechselwirkung mit der Umgebung, wie
Theorie Lamarck's und Geoffroy St. Hilaire's zu Grund
auch von mir frühzeitig gegen Darwin festgehalten worden war.
dem aber versucht Darwin eine greifbare Grundlage für die
der Gestaltung und Vererbung komplex gebauter Organismen zu
indem er die individuelle physiologische Bedeutung der einzeln
elemente des morphisch zusammenhängenden Körpers, welche wir
rührt haben, dahin vermehrt, dass jedes von diesen reproduktive
abgebe. Er erzeuge also nicht ein Thier als Ganzes seine Art
allgemeine Thätigkeit seines Reproduktionssystems, sondern jed
Zelle erzeuge ihres Gleichen: Pangenesis. Jede Art ungesch
Vermehrung wäre dann von einer Aggregation der Keimchen
bei sexueller Zeugung liege die Differenz in der unzureichend
der Keimchen des Einzelnen und der Gegenwart gewisser Primo
Alle Entwicklung, Metamorphose, Metagenese, Wachsthum mit
veränderung hänge ab von Gegenwart von Keimchen und deren E
in gewissen Perioden in Vereinigung mit vorausgehenden Zelle
gewissermassen von jenen befruchtet werden. Vererbung wäre
von Wachsthum.

Man erkennt leicht hierin das Suchen nach einer versteckten o
Differenzirung, von welcher man eben losgekommen zu sein meint
nahme der für sich stehenden Theilchen mit Vertheilung der Ei
ist nicht leichter und führt nicht weiter als die Annahme der
im Ganzen am Ganzen, ohne Rücksicht darauf, wie weit die eine
Substanztheilchen, die anderen in einem andern liegen.

Diese körperlich sondernde Vorstellung kann vielleicht auf
Unterscheidung der germinal matter und der formed matter zur
werden. 1868 sagte dieser Histiologe in dem Buche „How to wo
microscope": All increase, multiplication, division is due to th
the first state and to that alone, so that every living particle co
pre-existing living particle, and every piece of tis
of every kind characteristic of a living being was
germinal matter. Die formed matter geht ihm
mehr des Lebens, der Wandlung, der Keimbil
matter hervor; diese, ungemein theilbar, zeig
chen oder granulirte Formen.

Die Pangenesis erscheint uns als eine vitalistische Atomistik von illusorischem Nutzen und sie zu begründen unmöglich.

In einem dritten Hauptwerke 1871 „die Abstammung des Menschen und geschlechtliche Zuchtwahl" veröffentlichte Darwin, welcher sich im „Origin of species" mit dem allgemeinen Hinweis begnügt hatte, dass durch dieses Werk auch Licht auf den Ursprung des Menschen geworfen werde und Alles darauf Bezügliche zurückgehalten hatte, zunächst seine Notizen über den Beweis der Abstammung des Menschen von niederen Formen, geordnet nach den Prinzipien der Uebereinstimmung im Bau, der Entwicklung der rudimentären Organe und dem Vergleiche der geistigen Funktionen, und in Ausdehnung auf die Untersuchung der Rassen, ihr Kommen und Vergehn. Ausgedehnter ist der andere Theil „Ueber die geschlechtliche Zuchtwahl". Wir haben früher schon des Reichthums an Beispielen aus fast allen Thiergruppen und in den verschiedensten Ausführungen, mit welchen die Geschlechtsverschiedenheit illustrirt ist, Erwähnung gethan. Manche Geschlechtsverschiedenheiten sind uns in ihrer Wirkung überhaupt unverständlich; andere betreffen deutlich das zu einander Kommen der Geschlechter, dabei zum Theil den Kampf um die Weibchen; dieser Kampf wird nicht allein mit den groben Waffen des Angriffs, sondern durch Wetteifer mit Lockstimmen, mit Schönheitsentfaltung aller Art geführt. So kommt Schönheit in Betracht. Diese, indem sie durch die Vermittlung des Sinnenreizes gefällige Zulassung zur Geschlechtsvermischung bewirkt, wird hier, wie das sonst theils körperliche Ueberlegenheit und Vermögen, zum Erleiden der Begattung zu zwingen, theils die Eigenschaften der versteckteren Geschlechtseinrichtungen thun, als etwas in Betracht kommen, durch welches die Wahrscheinlichkeit der geschlechtlichen Wirksamkeit für bestimmt organisirte Individuen eine grössere wird als für andere. So wird Schönheit wie andere fördernde Geschlechtseinrichtungen mit Nutzen von ganz besonderer Art in der natürlichen Zuchtwahl sich geltend machen, bevorzugt werden und mehr zur Vererbung kommen, häufig genug auf Unkosten von Anderem, als eine kostspielige Eigenschaft.

Wenn geschlechtliche Zuchtwahl die Ausbildung dessen, was wir als Schönheit bezeichnen, in der gewöhnlichen Steigerung bedingt, möglicherweise zum Theil in Uebertragung ohne Beschränkung auf ein Geschlecht, wenn also ein Verständniss für das Schöne bei Thieren in Uebereinstimmung mit unserer menschlichen Geschmacksrichtung anzunehmen ist, so muss dem Begriffe der Schönheit etwas zu Grunde liegen, was erhaben ist über die Besonderheiten des Menschen in Anlage und Erfahrung. Der durch gewisse Erscheinungen in Formen und Farben erregte Sinnenreiz und dessen weitere Folgen müssen bei Menschen und Thieren bis zu sehr niedrigen Ordnungen herab vergleichbar sein und das kann zu einer Abklärung des Begriffs Schönheit dienen. Damit soll nicht gesagt sein, dass die Schönheit. welche

bei Annahme geschlechtlicher Zuchtwahl ausschliesslich durch diese vermittelt sein würde, ihre Wirkung nirgends anders als in dieser Sphäre geltend mache. *) Physiologische Grundlagen für den Begriff der Schönheit, welche über Umschreibungen oder grobe Inhaltsverzeichnisse hinausgehen, haben wir bis jetzt nur so weit, dass uns ein Weg angedeutet wird; dieser geht dahin, dass der Begriff beherrscht werde von den Besonderheiten bestimmter körperlicher Einrichtungen des Wahrnehmenden, also z. B., dass unser Auge Linien und Proportionen schön finde mit Rücksicht auf die ihm bei der Betrachtung aufgegebene Muskelarbeit oder seine besonderen optischen Verhältnisse; dass unser Ohr Tonfolgen als harmonische empfindet, welche mit einer deutlichen Abwechslung derjenigen Schallwellen sich geltend machen, welchen unsere mechanischen Apparate sich bequem anpassen; als unschön diejenigen, deren Auflösung mühsam und lästig ist. In beiden Fällen ist also die Vorstellung der Schönheit begründet auf Bequemlichkeit, abhängig von einem gewissen Ebenmaass geleisteter Arbeit und erzielter Früchte. Schönheit ist hauptsächlich etwas einem Anderen Nützliches, und erst durch diesen wieder deren Träger. Insofern geht sie über die nächste Utilität hinaus: sie entsteht nur im Ueberfluss, aber sie spottet nicht, wie Hartmann meint, der Utilität, ihr Begriff spottet nur unseres Verständnisses. Die Untersuchung, ob irgend eine Eigenschaft wegen ihrer Schönheit speziell erworben sei und wie es mit ihrer Erwerbung genauer zugegangen, muss, bevor der Begriff selbst nicht weiter analysirt ist, grosse Schwierigkeiten bieten. Es giebt zahlreiche Veranlassungen zu voreiligem Schliessen. Jedenfalls ist die Ausbildung von Schönheit durch sexuelle Zuchtwahl und andere Begünstigung ein sehr ausgezeichneter Fall dafür, dass die durch Kampf ums Dasein ausgebildeten Eigenschaften nicht nur demjenigen nützlich zu sein vermögen, an welchem sie sich ausbilden, sondern dass ein Ineinandergreifen nach allen Richtungen, eine Solidarität besteht, welche die Theorie eines Gesammtplanes so lebhaft zu unterstützen schien.

Ein neuestes Werk von Darwin „Ueber den Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei dem Menschen und den Thieren. 1872", diente dem über die Abstammung des Menschen zur Ergänzung. Darwin untersuchte die pantomimischen Bewegungen beim Menschen, namentlich bei Kindern und Wahnsinnigen oder durch Galvanisiren erzeugt, und die bei einigen Thieren. Bewusster Ausdruck wurde photographisch aufgenommen und verglichen, der Kritik Vieler unterbreitet; es

*) Bohm erzählt, dass ein Pfauhahn, welcher seinen Schweiffederschmuck verlor, von den Hennen nicht mehr zugelassen wurde. Dass man Hengsten Lieblingsstuten vorführt, um sie für andere zu erregen, ist allgemein bekannt. Für jenen ersten Fall könnte übrigens ebensowohl zur Erklärung mit zu Hülfe genommen werden das Störende des Anblicks als auch die Erinnerung an gleichen Anblick in der geschlechtsunthätigen Mauserzeit.

wurden Fragen über den Ausdruck zur Beantwortung an viele Personen, besonders an mit Wilden verkehrende Missionare gestellt. So wurden in sehr gewissenhafter Methode die Formen und Grundsätze der „einen Ausdruck bezeichnenden Handlungen“ registrirt. Es ergab sich, dass bei Weitem die meisten und alle bedeutungsvolleren Ausdrucksbewegungen nicht angewöhnt, sondern angeboren oder ererbt seien. Es sind die am Menschen oft unverständlichen, an Thieren stärkeren und zur sonstigen Organisation passenden, nützlichen Gesichtsbewegungen Rudimente aus Erbschaft, wie andere rudimentäre Organe. Das Kapitel ist sehr lehrreich aber weitläufig und zu speziell, um hier weiter behandelt zu werden. Wir wollen uns nur eine Bemerkung dazu erlauben. Die Gesichtsmuskulatur der Menschen und der Thiere kann nicht gründlich verstanden werden für Anlage, Leistung, Beziehungen, ohne den Vergleich der Gesichtsknochen mit anderen Dependenzen der Wirbelsäule, welche man Viszeralbögen genannt hat, weil sie im Allgemeinen den Eingeweideraum umschliessen, den unteren Bogensystemen der Wirbel und ihren Aequivalenten, den Rippen, Kiemenbögen, Gliedmaassen. Für die Bewegung der Muskulatur besteht eine starke Gemeinschaft der Innervation für koordinirte Gegenden, eine Synergie, je nachdem ihre motorischen Nerven offenbarer oder verborgener verbunden sind, für die groben Wege in Abhängigkeit von der für die verschiedenen Thiere und Regionen verschiedenen Nützlichkeit der Zusammenlegung. Eine solche Synergie besteht auch zwischen Gesicht und Rumpf und sie trifft, was bei Thieren wichtiger, nicht blos die sogenannte Skeletmuskulatur, sondern auch die an sich weniger gegliederte Hautmuskulatur und, was von ihr etwa am Gesichte abgeleitet werden kann. Der Nutzen synergischer Bewegung ist oft kaum ersichtlich, so z. B. wenn Jemand, während er mit einer Scheere einen sehr zähen Gegenstand durchschneidet, zugleich den Unterkiefer an den Oberkiefer presst, was sehr gewöhnlich geschieht. Im Ganzen aber giebt sie den zunächst arbeitenden Gegenden des Körpers Hülfe mindestens durch Feststellung anderer, an welche jene sich anlehnen. Sie bleibt also an sich wirksam. Synergische oder eigenthümliche Bewegung schwacher Muskeln muss dabei im Gesicht über Verhältniss auffällig, ausdrucksvoll werden.

Hauptgegensätze, z. B. Abwehren und Nachgeben, gehen gleichmässig durch die Muskelhaltung aller Körperabschnitte, sie regieren das Ganze und geben ihm einen einheitlichen Charakter. Gerade sie finden sich in sehr verschiedenen feinen Nuancen im Gesichtsausdrucke wieder und dieser gestattet, die Stimmung des Ganzen zu erkennen. Am stärksten und direktesten vertritt dabei das Auge mit seinen Bewegungen die augenblicklichen Beziehungen zur Aussenwelt, weiter der Mund. Das Erbtheil, welches in den Bewegungen der Gesichtsmuskulatur liegt, ist demnach weit hergeholt aus der anfänglichen gleichen Anlage der Metameren, nicht nur aus schon dem Menschen ähnlich differenzirten, mit den Gegensätzen von Kopf und

Rumpf ausgerüsteten, aber mit den Gesichtsmuskeln noch gröber arbeitenden höheren Thieren. Das Einzelne verlangt zunächst umfassende vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Ausführungen. Die Verwandtschaft der Metameren eines Thieres kommt hierbei mehr in Betracht als die des Menschen mit andern Thieren. Darwin hat gewissermaassen den letzten Theil dieser Studien zuerst gemacht.

Von Ernst Häckel, dessen Bundesgenossenschaft auf Darwin selbst nicht unbedeutend zurückgewirkt hat, erschienen weiter umfängliche Bücher von einschlägigem Inhalt, davon mehr in gemeinverständlicher Behandlung die Schöpfungsgeschichte und die Anthropogenie, und sind Gegenstand der Kritik hin und her geworden.

Die mannigfaltigsten zoologischen, anatomischen, physiologischen, embryologischen, paläontologischen Daten treten in den Dienst der Stammbäume. Man hat Grund an der Dauerhaftigkeit und Brauchbarkeit von Gebäuden zu zweifeln, welche, wenn eine maassgebend erachtete Meinung oder Thatsache auftaucht, schleunigst bis zur Spitze stolzer Thürme mit allen Einzelheiten aufgeführt werden auf einem Grunde und mit blendendem Material, deren hypothetischer Charakter jedoch nicht dadurch gänzlich verschwindet, dass der Verfasser desselben im Laufe der Behandlung vergisst und ihn bei Seite stellt. Das aber kann nicht hindern, in der Geschicklichkeit, mit welcher Häckel die leitenden Ideen herauszufinden, ihr Gebiet auszudehnen und sie aus reicher Kenntniss der Thatsachen mit Fleisch und Blut zu umkleiden weiss, und in der Eleganz seines Vortrags Mittel zu erkennen, durch welche nicht etwa nur eine Partei gebildet würde, welche ohne die Vorzüge des Lehrers nur die in der Wissenschaft stets unkluge Meinung hätte, es sei jetzt Alles abgemacht, sondern durch welche die biologischen Wissenschaften mit der Erleichterung der Auffassung durch den einheitlichen Standpunkt nach allen Seiten viel mehr Gemeingut zu werden vermögen.

Aus der Arbeit Vieler wird sich schliesslich wieder siegreich das Prinzip erheben, dass alle Theorie vergänglich und entwickelungsbedürftig ist, dass der besten ein bescheidener, den Thatsachen der vorzüglichere Platz gebühre.

Häckel's „Kalkschwämme“ von 1872 sind ein reicher deskriptiver Beitrag, bestimmt, nachzuweisen, dass es hier nur schwankende Formenreihen gebe, welche eine Artgestalt auch nicht einmal den nächsten Nachkommen vererben, sich vielmehr durch Anpassung an untergeordnete äussere Umstände unaufhörlich ändern. Aus einem Stocke von Ascometra, dessen einfacher Bau die bei zusammengesetzten Schwämmen geläufigen Mannigfaltigkeiten nicht so leicht mit sich bringen sollte, wachsen Formen aus, welche nach der Uebung des Systemes zu verschiedenen Gattungen gehören würden. Aus der Vergleichung und Entwickelungsgeschichte konstruirte Häckel

dann eine „Urschwammform" und die Phylogenie der Schwämme und schloss: „die ganze Naturgeschichte der Schwämme ist eine zusammenhängende und schlagende Beweisführung für Darwin". So auch O. Schmidt, welcher in seinen Untersuchungen der Schwämme der Adria 1862 mit bestem Vertrauen Arten unterschied, später aber weder solche noch die höheren, vielfach hin und her geänderten, Gruppen als brauchbare Eintheilungen erfand.*) Wenn man aber berücksichtigt, dass Darwin's eigentlichstes Prinzip natural selection war, so passt das nicht ganz zu jener Behauptung. Hier haben wir das, von dem Darwin's Gegner sagten, dass es in Folge der Veränderlichkeit statt gesonderter Arten hätte eintreten müssen. Es ist hier weder gehörig vererbt, noch ausgewählt, es ist nur variirt worden. Der ungeordnete Polymorphismus von Ascometra macht darauf aufmerksam, dass überhaupt Polymorphismus eine andere Weise gewährt, Variation auszunützen als natürliche Zuchtwahl; dass er der letzteren eigentlich entgegen arbeitet. Er ist der milde Weg; er gestattet, aus der Vielfältigkeit eine Vielgestalt neben einander Lebender und einander Nützender zu bilden, er duldet Mancherlei und bedient sich seiner ausgleichend, statt es in Kampf und Auswahl zu beseitigen. Wie bei Ascometra die Individuen sich nicht so gleichmässig fanden, als man es anzunehmen pflegt, so zeigten sich bei den Schwämmen im Allgemeinen die Familien nicht in der Weise geschieden, wie man es gewohnt ist. Es hatten gewissermassen die Verwandtschaften in den verschiedenen Eigenschaften nicht bevorzugte Richtungen, sondern alles kreuzte sich und für alle Differenzen gab es Vermittelungen.

Zum Schlusse dieser Berichte über Auffassungen, welche die Darwin'sche Lehre erfuhr und den Einfluss, welchen sie übte, wollen wir von neuerlichen Aeusserungen der Paläontologen die von Trautschold ausführlicher anführen, nicht als wenn wir meinten, dass etwas geboten wäre, was Darwin positiv widerlege, aber um zu zeigen, wieviel Aufschlüsse noch mangeln. Trautschold spricht von den „langlebigen und unsterblichen Formen der Thierwelt". Die Veränderlichkeit scheine sich immer da zu zeigen, wo gewisse Arten in grossen Zahlen auftreten, wie bei Terebrateln, Rhynchonellen, Austern, Gryphäen, Kardien, Ammoniten.**) Es existiren also äusserliche oder innere verändernde Ursachen und es existirt Variabilität. Gegen die Theorie, dass die veränderte Form sich vererbe und eine Art rein passiv aus der anderen, eine Gattung, eine Klasse aus der anderen und so das Unvollkommenste zum Vollkommensten durch die äusseren Agentien entwickelt werde, lasse sich einwenden, dass, wie Darwin dar-

---

*) Auch die Abbildungen Carters von Esperia cupressiformis aus Tiefsee und von ihrer Varietät zeigen auffällige Ungleichheiten.

**) Das würden wir wieder lieber umkehren: Reiche Veränderlichkeit gestattet grössere Zahlen.

lege, die durch Züchtung abgeänderten Thiere sich selbst überlassen in die ursprüngliche Form zurückschlagen (Darwin hat jedoch im Gegentheil eine Theorie aufgestellt, welche diesen Rückschlag als Nicht-Rückschlag darstellt), und dass Thiere unter wesentlich anderen Verhältnissen immer umkommen, aber nicht sich ändern. Auch die Paläontologie bezeuge nur eine Veränderlichkeit in engen Gränzen und zahllose Formen stehen isolirt, gerade in den ältesten Perioden am meisten. Das beweisen die Silurformen, die Flora der Kreide und Tertiärzeit, welche sich schnell und mannigfaltig und mit den wenigsten Uebergangsformen entwickelten. Im Silur fänden wir Trilobiten unvermittelt neben Schalenkrebsen, die Cystideen weder durch Zwischenglieder mit den Korallen und Schwämmen, noch unter einander verbunden und ebenso sei aus den zahlreichen Brachiopoden jener Zeit keine lückenlose Reihe darzustellen. Es scheine also, dass die Entwickelung mehr sprungweise und unter einer Kooperation aus dem inneren Wesen des Organismus stattgefunden habe. Dafür, dass das möglich sei, diene der Vergleich mit Larvenumwandlung und Dimorphismus der Generationen (Kölliker). Dass der embryonale Limulus die Form der Trilobiten habe und nach dem Erlöschen der Trilobiten in der Steinkohlenperiode limulusartige Thiere folgen, oder den am Ende der Trias verschwundenen Orthoceratiten im Lias die Belemniten gleich in derjenigen vollkommenen Form, welche sie bis Ende der Kreide beibehalten, dann aber vielleicht ersetzt in der Tertiärzeit und jetzt durch die Sepien, stimme dafür. Für die allmähliche Entwickelung sprächen nur die progressiven, nicht aber die prophetischen und synthetischen Typen von Agassiz. Ein Beispiel jener sei die Reihe, in welcher den einfachen Nautiliden wenig verändert die Goniatiten mit geknickter Kammernaht, diesen die Ceratiten mit gezähnelten, diesen die verschiedenen Ammoniten mit mehr und mehr verästelten Loben folgen, bis die letzten ausstarben, während Nautilus sich in allen Drangsalen erhielt. Es sei schwer verständlich, warum wir hier gerade eine so gute Reihe haben, anderswo nicht. Warum erscheine Archaeo-cidaris plötzlich im Bergkalk, weit verschieden von den einzig denkbaren Vorläufern, Palaeechinus und Melonites, in allen Theilen den vollkommensten Cidariden der heutigen Meere an Organisationshöhe gleich zu stellen, wie ein deus ex machina? Wo etwa finden wir in Krebsen die Vorläufer der Fische Pterichthys, Coccosteus, Holoptychius? Warum erhielten sich Formen wie Archaeocidaris, während solche devonische Fische ausstarben? Spreche es nicht mehr für die Akkomodationsfähigkeit oder für den ändernden Einfluss der Lebensbedingungen, dass in den gewaltigen Aenderungen der Meeresverhältnisse einige Thiere in's Süsswasser auswanderten, andere fast unverändert erhalten blieben, alle Veränderungen der Zeit überdauernd? Schon Bronn habe von solchen aufgeführt: Flustra von den Bryozoen; Terebratula, Rynchonella, Discina, Lingula von den Brachiopoden; Avicula, Mytilus,

Arca, Nucula von den Lamellibranchiaten; Trochus und Pleurotomaria von den Gastropoden; Nautilus von den Cephalopoden; Serpula von den Würmern; Bairdia und Cytherina von den Lophyropodenkrebsen. Stellenweise sei in diesen Gattungen sogar die Aenderung an den Arten sehr unbedeutend. Trautschold gesellt als langlebige Gattungen mit höchst geringer Artenveränderung namentlich Chaetetes, Lucina, Pinna, Natica. Der Kern der Meinung Trautschold's dürfte sein: es könne organischen Körpern ebenso wie die Eigenschaft, sich bei gleichen äusseren Umständen unverändert zu vererben, die inne wohnen, sich bei solchen verändert zu vererben oder die trotz ungleicher äusserer Umstände sich unverändert zu vererben. Vom Standpunkte der Logik ist dagegen nichts einzuwenden.

Die schönste Uebereinstimmung von Individuenentwickelung und Familienentwickelung zeigt unter den Fossilien die Ammonitengruppe. Die Zeitfolge, welche z. B. für die recenten Batrachier nicht in der Art feststeht, wird hier daneben ersichtlich. Die Ammoniten der Arietengruppe, deren Eistand ganz wie der aller Ammonoiden ist und welche ein zweites Goniatitenstadium mit allen engeren Ammoniten theilen, können alle ausgehend gedacht werden von dem A. psilonotus der Trias, der durch sein ganzes Leben glattwandig bleibt, durch den Arnioceras miserabilis, der einen grossen Theil der Windung um den Nabel glatt hat, dann aber Rippen, Kiel und Rinnen ausbildet, zum Conybeari, der erwachsen seine Rippen mit Höckern schmückt. Diese erscheinen bei Coroniceras, einer später auftretenden Reihe, schon im jugendlichen Alter, beugen sich in den letzten der Reihe mehr und mehr ein; dies aber ist bei den letzten der Familie, der Gattung Asteroceras, schon Jugendcharakter.

Auch Dana meint eine stetige Entwickelung der Organismen nicht annehmen zu dürfen, sondern ein sprungweises Fortschreiten mit Complicationen, aus welchen jedesmal wieder Fortschreiten und Rückschreiten folgen können. Viele andere Paläontologen sind als viel entschiedenere Gegner der Darwin'schen Theorie aufgetreten.

Im naturphilosophischen Suchen nach einheitlichem Ausdruck für das Wesen und die Beziehungen der Naturkörper gesteht endlich Fechner der Darwin'schen Theorie nur eine nebensächliche Bedeutung zu. Indem er einen von der Kosmogonie her verbreiteten Zusammenhang der Bedingungen der Entstehung und Existenz der Organismen annimmt, leitet er daraus ein Ergänzungsverhältniss der in Spaltung und Differenzirung der kosmorganischen Masse entstandenen Organismen her, bei welchem die Zuchtwahl nur eine ausgleichende Rolle spiele. Es sucht also das Prinzip tiefer, ohne jedoch eine bestimmte Form dafür geben zu können. Speziell meint Fechner, die Veränderlichkeit der Organismen sei in stetem Abnehmen; die protoplasmatischen Geschöpfe seien jeder Fortentwickelung unfähig, ein Residuum der Vorzeit.

Abschluss der Lehre von der Art.

Der Begriff der Art wird nach den gemachten Mittheilungen auf zweierlei Grundlagen zu stellen sein. Einmal auf Zusammenfassung. Diese kann geschehen auf beweislich gemeinschaftliche Abstammung oder auf eine einer solchen entsprechende Aehnlichkeit und darüber hinaus so weit gehen, als eine Vermittlung etwaiger Ungleichheit zwischen Einzelnen durch Uebereinstimmungen in anderen Fällen und an anderen Stellen sich ergiebt. Die Abschätzung wird immer etwas Individuelles behalten. Zweitens durch Abtrennung. Für diese muss wenigstens in irgend welcher Eigenschaft eine deutliche durch Mittelglieder nicht ausgefüllte Lücke begehrt werden. Es wird demnach nur durch die Lücken, Differentiae, möglich, Arten aufzustellen. Sollten Formen eine vollkommene Fruchtbarkeit unter einander zeigen, so würden sie damit allerdings nicht gerade den Beweis gemeinschaftlicher Abstammung liefern; ein solches Verhalten würde aber mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit Gelegenheit bieten, durch vermittelnde Kreuzungsprodukte die etwaigen Lücken in der Aehnlichkeit ausfüllen oder solche schon geboten haben, so dass eine Auseinanderlegung derartiger Formen zu verschiedenen Arten nicht wohl anginge. Gäbe es ursprünglich gesonderte Arten, welche aber unter einander alle Bedingungen vollkommener Fruchtbarkeit erfüllten, so würden sie nicht getrennt bleiben. Man würde also bei vorhandener vollkommener Fruchtbarkeit unter einander Thiere allein auf dieses Merkmal zu einer Art stellen, diese Fruchtbarkeit einsetzen dürfen für den Beweis der Abstammung von gleichem Stamme, welche ihrerseits eine äussere Gleichheit nicht verbürgt. Diese Fruchtbarkeit könnte davon ausgehend grade als Verbindendes bei grösserer und unvermittelter Unähnlichkeit dieneu, und würde erlauben, verschieden gestaltete Rassen innerhalb der Art zusammen zu halten. Theoretisch zwar kann man statuiren, eine solche Fruchtbarkeit sei eine Eigenschaft wie andere, ihre Divergenz nicht höher anzuschlagen. Sie ist, so sehr sie praktisch bei Aufstellung von Arten in Betracht kommt, ebenso wenig etwas in absolut scharfen Gegensätzen Auftretendes als andere Eigenschaften. Man kann es sich als möglich vorstellen, dass die bezügliche Fruchtbarkeit einmal rascher sich ändere als andere Eigenschaften, so dass bei sonst sehr geringer Verschiedenheit eine Bastardirung nicht gelänge, und dass ein anderes Mal bei sehr grossen sonstigen Verschiedenheiten Kreuzungen sehr gut auszuführen seien. So wird die Art, wie auf den materiellen Inhalt im Ganzen sehr ungleich, je nach den Lücken, auch gegenüber der Möglichkeit einer Gliederung in Rassen sich sehr verschieden stellen können. Rassen sind vielleicht wegen der Fruchtbarkeit in Kreuzung und der Vermischung der Eigenschaften in den Produkten dieser nur so lange durch Lücken getrennt, als wir es wollen, oder besondere äussere Umstände es bewirken. Aber darüber, ob nicht

ein Connex von Eigenschaften auch in Rassenkreuzungen mehr Wahrscheinlichkeit für Vererbung habe als jede beliebige Mischung oder das Durchschnittsverhältniss zwischen den elterlichen Eigenschaften, ob nicht also auch die Rassen eine ähnliche innere bevorzugte Berechtigung zur Existenz haben, sind die Akten noch nicht geschlossen.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass Arten an sich nicht ewig und dass sie veränderlich sind. Die Dauer der einzelnen mit allen Eigenschaften oder auch die Dauer eines Theiles der Arteigenschaften, wie er in der Charakteristik der Gattungen oder Familien Ausdruck findet, also die Dauer der Gattungen oder Familien, ist sehr ungleich. Einige sind langlebig, andere nicht, ohne dass wir aus den umgebenden Verhältnissen die Ursache davon klar sehen könnten. Die Aenderungen, welche in der Erscheinung der Thierwelt und Pflanzenwelt im Laufe der geologischen Epoche eingetreten sind, reihen sich dem an, was wir an Veränderungen durch Veränderlichkeit, an Metamorphosen in der Entwicklungsgeschichte und an Verschiedenheit der neben einander Stehenden kennen, aber sie gehen darüber hinaus. Vieles in den Fossilen steht wenigstens für jetzt noch unverbunden mit dem Lebenden. Die Einwirkung äusserer Umstände auf die Gestaltung der Thiere ist noch nicht hinlänglich untersucht; ihren Erfolgen steht auch auf alle Fälle ein sehr starkes Agens gegenüber, welches wir die Artbeständigkeit nennen und welches so gross ist, dass die Bilder der Thierarten seit Jahrtausenden nicht so verändert wurden, dass die Veränderung in der Zeit neben der Rassenverschiedenheit und Variabilität bemerklich würde. Der Schluss, dass Veränderlichkeit zu Endeffekten geführt habe, lässt sich nur gewinnen, indem man Rassen und untergegangene Formen in genetischer Verbindung mit den lebenden Stammarten vorstellt. Gäbe Vererbung vollkommen Identisches, so müssten doch bei der Veränderlichkeit der zeugenden lebenden Wesen die Produkte selbst vom selben ungleich sein. Aber die Fähigkeit, Nachkommen zu liefern, ist eine Eigenschaft in allen Stücken der Veränderlichkeit unterworfen, wie jede andere Eigenschaft. In ihr wirkt jenes Agens, welches dem Einzelnen seine Eigenschaften durch einen langen oft mannigfaltigen Entwicklungsgang bestimmt, in gleicher Weise. So besteht in der Vererbung grosse und auffällig über Unterbrechungen und Anderes siegende Uebereinstimmung und daneben die Möglichkeit und Gewissheit von Abweichungen. Die Veränderlichkeit, hier wie da, muss als bereits unerlässlich mit im Erbtheil liegend, als Eigenschaft alles Lebenden gedacht, Veränderungen können aber auch in Bezug auf ihre Veranlassung durch äussere Verhältnisse betrachtet werden. Wie die Veränderlichkeit an sich der Regulator des Lebens ist, so giebt sie ins Besondere, in Verbindung mit der Vererbung der individuellen Eigenschaften, in den Wechselbeziehungen mit der Umgebung Mittel zur Anpassung an die Umstände durch die günstigeren Bedingungen für das Passende.

Wie einige Gruppen besonders langlebig waren, so sind andere besonders geeignet gewesen, grosse Zahlen mit sehr geringen Verschiedenheiten der Eigenschaften auszubilden, zu gewissen Zeiten eine reiche Entfaltung zu erreichen. Die Ungleichmässigkeit, welche sich in allem diesem für die verschiedenen Arten zeigt, hat es mit sich gebracht, dasjenige, was geschehen ist, vielmehr als etwas der Art Innewohnendes, denn als etwas ihr von Aussen Aufgezwungenes anzusehen. Der Streit darüber hat keine grosse Bedeutung; es geschieht dabei Alles auf die Weise, dass aus Aeusserem Inneres wird, und da wir hier ebenso wenig als sonst wo einen Anfang des Stoffes und der Kraft uns vorstellen können, so wird Niemand leugnen, dass jeder Körper, welchen wir uns zur Betrachtung auf sein Verhalten, seine Entwicklung auswählen, zu jeder Zeit in sich Wirksames, durch irgend eine Formel Ausdrückbares, getragen habe, also in keinem vorstellbaren Augenblick ganz von der Aussenwelt abhing.

In die Untersuchungen darüber, welche Veränderungen etwa an Menschen, Hausthieren und anderen in historischen und in vorhistorischen Kulturzeiten vorgegangen seien, von Knochenhöhlen an, durch Pfahlbauten, assyrische und egyptische Denkmäler, Hünengräber und Kirchhöfe bis heute, greift, ebenso wie in paläontologische Untersuchungen, verwirrend ein der Wechsel der Bewohner einer Stelle aus Einwanderung, so dass das, was auf einander zeitlich folgt, an einem Platze nicht in genetischer Verbindung zu stehen braucht. Auch diese Einwanderung beweist ungleiche Entwicklung, an einer Stelle Stillstand und Schwund, an einer anderen übergreifenden Reichthum. Das bringt mit sich, dass unter Umständen, an gewissen Stellen geschützt, Reste sehr alter Zeit bleiben, während sie an anderen längst überwuchert sind. Der Gang der Veränderung auf der Erde ist demnach nicht gleichmässig und ist es wohl nie gewesen.

Es begreift sich, dass unter solchen Umständen grosse Vorsicht nöthig ist, wenn man die wirkliche genetische Entwicklung einer Thiergruppe feststellen will. Es ist wahrscheinlich, dass zu dem bisher dafür vorhandenen paläontologischen Material noch sehr viel Neues und Wirksames kommen wird. Namentlich können von Zentralasien noch ähnliche massenhafte Aufschlüsse erwartet werden, wie sie die Gebirge südlich des Himalaya im Siwâlik, die Pampas Südamerikas, zum Theil Australien, selbst Neuseeland und die Maskarenen, neuerdings die westlichen Territorien der vereinigten Staaten, auch für Einiges Afrika neben dem best durchforschten Europa gegeben haben. Voraussichtlich werden diese Aufschlüsse immer lückenhaft bleiben, aber sie werden von den verschiedenen Stellen einander zu einem verständlichen Bilde langer Zeiträume mehr und mehr ergänzen und auch die Lücken werden besser verstanden werden; es wird ein grösseres Gebiet dem Wissen gehören und ein geringeres der Phantasie überlassen bleiben. Soviel lässt sich jetzt schon annehmen, dass der eigentliche Anfang orga-

nischer Schöpfung uns verborgen bleiben wird, weil die Ueberreste der ältesten Zeiten zerstört und unkenntlich geworden sind. Wenn man den unvollkommenen Bathybius heute für einen Organismus erklärt, so kann man nicht mehr einen besonderen Werth für die Erkenntniss des Anfangs organischer Schöpfung darauf legen, dass sich Eozoon im Laurentian findet. Denn, dass dieses damals nicht allein die organische Substanz vertrat, scheint aus den Graphiteinschlüssen und Aehnlichem der eozoonhaltigen Gesteine sicher hervorzugehen. Die bereits sehr gegliederten Schöpfungen, welche wir bald nachher deutlich finden, scheinen, wenn wir überhaupt uns eine Vorstellung von der Zeit bilden wollen, welche vergangen sei seit Beginn der organischen Welt, uns zu der Annahme zu zwingen, es sei uns eine viel längere Zeit gänzlich für die Untersuchungen entzogen als aufgeschlossen und aufschliessbar. So darf man auch für die Stammbaumvorstellungen nicht erheblich viel darauf geben, was etwa aus sehr alten Zeiten fossil erhalten sei, weil es nur ein sehr kleiner Theil dessen ist, was vermuthlich damals gelebt hat, und wahrscheinlich das, was uns jetzt sehr alt, das Aelteste, zu sein scheint, im Verhältniss zur Dauer der organischen Welt überhaupt ziemlich neu ist. Man käme schwerlich durch solches an die Hauptstämme der Schöpfung.

Viel mehr als aus den geologischen Beweisen schliessen wir aus den Aehnlichkeiten oder Vergleichbarkeiten auf gemeinschaftliche Abkunft jetzt geschiedener Arten. Die Stammbäume sind ein Ausdruck für jene Aehnlichkeiten, nichts Anderes. Die Aehnlichkeiten treffen Alles: Gestalten, Organe, Gewebe, Substanzen, Funktionen, sie gehen in abnehmendem Grade in immer weitere Kreise. Auch das geschieht ungleich, in Gruppirung, welcher, wie Systeme, so Stammbäume Ausdruck zu geben bemüht sind; Systeme, eher geschickter für das Ganze, weil sie den Gruppen verschieden hohe Titel zu ertheilen vermögen, Stammbäume ausdrucksvoller für das Einzelne durch das verschiedene Maass der Divergenzen und Lücken. Es ist die Abwägung, welche Eigenschaften am meisten berücksichtigt werden sollen, um so schwieriger, je genauer wir eine Thiergruppe kennen. Es giebt viele, in welchen fast für jede Eigenschaft Verwandtenreihen herzustellen sind, für deren weitere Combination jedoch die Richtschnur fehlt. Eine Auseinanderlegung der Eigenschaften nach Vererbung und Anpassung ist im Grundprinzip nicht richtig und muss in der Praxis leicht zu Missdeutungen führen. In Verfolgung der Theorie der Vererbung und Anpassung müsste man alte von neuen, feste von veränderlichen, vererbbare von nicht vererbbaren Eigenschaften unterscheiden; wer aber die Entwicklung des Organischen aus Anorganischem und die des Organischen durch natürliche Zuchtwahl annimmt, kann nicht umhin, jede Eigenschaft des Organischen aus Anpassung abzuleiten.

Jedenfalls brauchen wir nicht daran zu verzweifeln, dass für das von

Goethe Ausgesprochene: „Das Thier wird durch Umstände zu Umständen gebildet" noch weitere Wege gefunden werden, von welchen wir heute nichts wissen. Die Zukunft gehört zunächst den Untersuchungen darüber, wie vererbt und wie verändert wird, damit wir an Hand der dabei gemachten Erfahrung die Wahrscheinlichkeiten genetischer Verwandtschaft verstärken, Kriterien für den Werth der Eigenschaften in der Begründung solcher, und einfache Grundzüge für das, was in dieser Beziehung geschieht, geschehen sein mag, werde geschehen können, ausgewinnen. Der Augenblick gestattet nicht Abschluss. Er eröffnet einen langen Weg neuer Arbeit, dessen Richtung wir für das Nächste sehen, dessen spätere Aufgaben noch gänzlich im Dunkel liegen. Keineswegs ist es sicher, dass, wie von Hartmann meint, es nur ein Unterschied im Ausdruck sei, ob von einem Correlationsgesetz oder von einem organischen Entwicklungsgesetz gesprochen werde, da jenes nur das Gegebene zu treffen braucht, dieses das Werden treffen muss. Gerade der Fehler Vieler ist gewesen, jenes für dieses auszugeben; wir dürfen nicht in den entgegengesetzten verfallen und unsere Forschung von vorn herein präjudiziren.

Die weitere Klassifikation.

Indem wir uns vorbehalten, auf Motive der Zusammenfassung im Einzelnen bei Besprechung der Organisation und Funktion zurückzukommen, wollen wir an dieser Stelle nur von den Versuchen reden, welche zu verschiedenen Zeiten für die Eintheilung im Grossen gemacht worden sind. Die Systeme betrachten, wie sie im Laufe der Zeit entstanden, heisst in einem gewissen Grade der Wissenschaft folgen, wie sie mehr und mehr in das Verständniss der Eigenschaften eindrang.

Von Eintheilungsbegriffen über der Art haben wir vom γένος schon gesprochen. Obwohl Ray den Klassen der höheren Thiere Abgränzung gab, wurde doch erst von Linné ein geordnetes und durchgehendes Schema für Klassifikation angewandt, mit regnum, classis, ordo und genus, Begriffen, angelehnt an politische und militärische Eintheilungen. Cuvier hat jedesmal mehrere Klassen in den Typen in eine engere Verbindung gebracht; Batsch und später vorzüglich französische Autoren haben über den Gattungen den Begriff der Familien benutzt. Man hat den weiter nöthigen Gruppirungen durch Unterklassen, Unterordnungen, Sektionen, Tribus und Aehnliches, oder durch Nummern und Abschnitte gerecht zu werden gesucht.

Es wäre ohne Zweifel sehr nützlich, wenn jeder dieser Klassifikationsbegriffe ein von dem jeweiligen Inhalt unabhängiges Mass gewährte.

Linné hatte durch den Vergleich den Werth seiner Klassifikationsbegriffe einigermassen bestimmt.

Oken, indem er bei Betrachtung der Menge von Eintheilungsversuchen die Ungleichheit der Gründe der Eintheilung, der Reihenfolge und der Zahl der Klassen und Ordnungen daraus ableitete, dass man nach den Merkmalen, statt nach den Erzeugungsursachen geforscht habe, suchte 1833 ein genetisches System einzuführen, in welchem das Auftreten der ganzen anatomischen Systeme, ebenso in der Entwicklung des einzelnen Thieres als im Thierreich, die grossen, die Entwicklungsstufen der Organe die kleineren Abschnitte bilden sollten. Bei der Auflösung der Ordnungen in Zünfte glaubte er in letzteren die einfachen und reinen Zusammenstellungen, kleinere Klassen innerhalb der grossen, Wiederholungen aller Klassen in jeder einzelnen zu haben. Das ergab eine Reihenverwandtschaft der auf einander folgenden, eine Verwandtschaft der Korrelaten und eine, welche Oken die des Parallelismus nannte, welche man eher eine nach der Ordnungszahl nennen könnte, indem sie die betreffende Nummer unter den Klassen gegenüber der unter den Zünften trifft.

Die in einzelnen Fällen vorhandenen Beziehungen mussten dann um jeden Preis gleichmässig und gleichzahlig überall hergestellt werden und es entstand ein System mit höchst wunderlichen Ausdrücken, welches gar keinen Einfluss gehabt hat und eine Warnung für die jetzt Lebenden sein sollte.

Viel später hat Louis Agassiz*) versucht, den Werth der einzelnen Abtheilungen ohne Rücksicht auf den verschiedenartigen und verschieden reichen Inhalt im Einzelfalle festzusetzen, wie uns scheint, nicht mit glücklichem Erfolg. Agassiz sagt:

Zweige oder Typen sind charakterisirt durch den Bauplan, plan of their structure;

Klassen durch die Art der Ausführung dieses Planes, soweit Wege und Mittel in Betracht kommen;

Ordnungen durch den Grad der Komplikation dieses Baus, der Struktur;

Familien durch ihre Gestalt, soweit sie durch den Bau bedingt ist;

Gattungen durch die Einzelheiten der Ausführung in besonderen Theilen;

Arten sowohl durch die Beziehungen der Individuen zu einander und zur Welt, in welcher sie leben, als durch die Proportion der Theile, Schmuck u. s. w.

Die Allgemeinheit dieser Ausdrücke gewährt zunächst keinen Anhalt.

---

*) Essay on classification, in dessen Contributions to the natural history of the united states of America I 1857, p. 170.

Man muss versuchen, sie durch Beziehung auf die in der Thierwelt vorhandenen Eigenschaften greifbar zu machen.

Da Agassiz ein warmer Anhänger der Cuvier'schen Typenlehre war, so werden wir bei der Modifikation, welche diese erfahren hatte, annehmen dürfen, unter Bauplan sei die Anordnung der Theile zu verstehen. Das träfe wohl an erster Stelle die Bildung von Antimeren und Metameren. Wir haben aber gesehen, dass Solchem ein erster Rang nicht eingeräumt werden darf, wie denn auch die Typen Cuvier's ursprünglich faktisch gar nicht auf mathematischen Grundformen beruhten, sondern eine Zusammenfassung von in ganz wesentlichen anatomischen Stücken in Organisation übereinstimmenden Thieren waren.

Mittel und Wege zur Ausführung des Plans wären wohl Gewebe und Organe. So weit sich nach solchen eine Eintheilung einrichten lässt, würde diese nach unserer Meinung als das Wesentlichste treffend an höherer, also oberster Stelle stehen müssen.

Auf der Gewebsherstellung und Gewebsdifferenzirung beruht die Ausbildung der Organe. Wir finden, dass bei einer in anderen Punkten bedeutenden Uebereinstimmung doch an verschiedenen Stellen für einzelne Organe auffällige Verschiedenheiten eintreten, theils gestaltlich, von welchen man leichter abstrahiren lernt, theils auffälliger für die Funktion. Auf solche, soweit sie auf die Summe der Lebenserscheinungen eine grosse Einwirkung üben, auch die Entwicklung der Organe an anderen Stellen beeinflussen, sind unter dem oberen Begriff des Typus und lange, bevor man denselben anwandte, wirklich die Klassen gebildet worden. Der sogenannte Bauplan wäre hiernach nicht besonders angethan Klassen zusammenzufassen.

Die unteren Abtheilungen werden viel mehr regiert von dem einzelnen Materiale, aus sich heraus, als von Grundprinzipien, welche von Aussen hineingetragen werden. Giebt es dabei unter den oberen Gruppen untere, welche auf ein Mindermass der Organisationsverschiedenheit zusammenzufassen nützlich erscheint, so geschieht das, und, je öfter solches weiter nach Zusammenhang und Lücken geschehen kann, um so mehr müssen wir bis herunter zur Art das System gliedern. Man kann dabei weder eine Organgruppe von vorn herein als anderen übergeordnet und deshalb wichtiger für die Klassifikation ansehen, noch Prinzipien darüber haben wollen, dass gewissen Verhältnissen nur eine beschränkte Bedeutung z. B. für die Gattungsbildung, nicht aber für die Ordnungsbildung eingeräumt werden könne, wenn man nicht das Hauptprinzip, dass die Klassifikation ein Mittel zur Beschreibung sein soll, beschädigen will. Man muss also überall den Umständen Rechnung tragen, um so mehr, da es sich ergiebt, dass eine Eigenschaft sich kaum zu ändern vermag, ohne auf die übrigen zurückzuwirken.

Die Eintheilung im Einzelnen ist neben den Schwierigkeiten, welche aus der Verwandtschaft der Eigenschaften nach verschiedenen Richtungen

hin hervorgehen, namentlich dadurch erschwert, dass die durch Aehnlichkeit verbundenen Gruppen so ausserordentlich verschieden in Umfang sind. Unsere Begriffe haben sich anfänglich nach dem durch Grösse und Menge am Meisten Imponirenden gebildet. Es hält dem Vereinzelten sehr schwer, seinen entsprechenden Einfluss geltend zu machen. Je mehr wir über diese sehr begreifliche Schwäche wegkommen, um so eher können wir durch das System allem Wichtigen Ausdruck zu geben hoffen.

Was die Eintheilungsversuche selbst betrifft, so hat das Wenige, was Aristoteles bot, welchem nach dem Wesen seiner Schrift über die Natur der Thiere Systematik nicht Aufgabe war, die römischen und diejenigen Schriften geleitet, welche wir im zoologischen Sinne mittelalterliche nennen. Von dem Menschen zu den anderen Thieren fortschreitend, sagt er: „Bei den übrigen Thieren sind die Theile theils allen, theils gewissen Gruppen gemeinsam. Die aus verschiedener Gruppe, *γένος*, haben die Mehrzahl der Theile verschieden an Gestalt, *εἶδος*, und das entweder so, dass dieselben, die Theile, entweder dem *γένος* nach verschieden, nach der Analogie aber gleich sind (das ist die spätere Unterscheidung der Homologie von der Analogie), oder dass sie dem *γένος* nach gleich, aber nach der Gestalt verschieden sind, manche Theile bei den einen auch vorhanden sind, bei den andern fehlen.“ Die obersten Gruppen waren die *ἔναιμα* und *ἄναιμα*, wobei er jedoch wusste, dass die letzteren, zwar blutlos, doch eine ernährende Flüssigkeit hatten. Gegenwart einer solchen, dann der Nahrung aufnehmenden Organe, endlich der Empfindung war ihm das Gemeinsame aller Thiere. Die erste Gruppe hat überall Herz und Leber, meist eine Milz. Sie hat theils vier, theils zwei, theils keine Füsse, dann aber doch eine hohe Organisation; sie hat theils Lungen, theils Kiemen; sie erzeugt theils lebende Junge, theils Eier. Die Vierfüsser sind zum Theil lebendgebärend, zum Theil eierlegend. Jene haben sämmtlich Nieren und Harnblase. Nur der Mensch hat die beiden Hände, welchen am ersten die vielzehigen Füsse anderer entsprechen, vor Allem aber die Affen nahe kommen, bei welchen auch die Hinterfüsse lange Hände sind, gleichsam aus Fuss und Hand zusammengesetzt, während die mit zweispaltigen Füssen oder mit ungespaltenen, die Einhufer, weiter abweichen. Alle Vierfüsser haben Zähne, aber sie sind verschieden gestaltet: alle Fleischfresser haben gezackte Zähne, sind *καρχαρόδοντα*, ihnen entgegen stehen *συνόδοντα*; das Schwein ist schon ihm Allesfresser: *εὐχερέστατον πρὸς πᾶσαν τροφήν*. Bei den Geschlechtseinrichtungen wird hier auch der Delphin geführt und später seiner Milchdrüsen und der Taschen erwähnt, in welche jene münden. Auch in den übrigen Einzelheiten für die lebendgebärenden Vierfüsser hat Aristoteles einen grossen Reichthum. Die von Linné zur Abgränzung gebrauchten Brüste und die von Blainville ebenso benutzte „fast allgemeine“ Behaarung sind aufgeführt. Besonders interessant ist, dass die dem Ruhme

Cuvier's bei Beurtheilung der fossilen Palaeontherium und Anoplotherium mit zugerechnete These „Hauzähne und Hörner zugleich besitzt kein Thier", schon von Aristoteles herrührt, sowie die Angabe, dass alle hörnertragenden der Vorderzähne im Oberkiefer entbehrten, wobei sich ihnen das Kamel anschliesse (letzteres nicht genau richtig), und dass ihr Magen viertheilig sei. So wurden höchst natürliche Verbindungen erfreulich charakterisirt.

Für diejenigen blutführenden Vierfüsser, welche Eier legen, ergiebt sich zunächst eine Verbindung mit den Fusslosen, welche, wie jene, auf dem festen Lande leben, den Schlangen, dann als Gegensatz der Mangel der Brüste, die Vertretung der Haare durch Schuppen, einige weitere Verschiedenheiten gegen die Säuger, aber viele Aehnlichkeiten. Die Zähne seien stets Reisszähne, nur die Seeschildkröte habe eine Harnblase. Sie werfen, falls sie nicht hartschalig sind, die Haut ab, wie auch die Schlangen und Vipern, und manche Insekten, oder wie die Embryonen das Chorion.

Die Vögel, eine andere Gruppe der Landthiere, zeichnen sich nach Aristoteles durch die die Hände oder Vorderfüsse ersetzenden Flügel, die Federn und den Schnabel aus. Ihre Füsse sind, wenn auch zuweilen die Zehen durch Schwimmhäute verbunden sind, doch stets mehrspaltig, d. h. nicht Flossen. Die Fledermäuse werden nicht zu den Vögeln gestellt, vielmehr wird angeführt, dass sie ganz andere Flugmittel, Zähne, einen uterus haben und, was die Füsse betrifft, werden sie zwischen Vögel und Seehunde eingeschoben.

Die Fische, als erste Abtheilung der Fusslosen, ἔναιμα, lassen sich nach Aristoteles als ein besonderes γένος unter den Wasserthieren unterscheiden. Sie haben weder einen Hals, noch Hoden, noch Brüste; statt der Glieder ein oder zwei Paar Flossen, welche zuweilen fehlen; Kiemen in verschiedener Zahl und die einzelnen einreihig oder zweireihig, zuweilen undeutlich, theils mit hartem oder häutigem Deckel, theils, bei den Selachiern, unbedeckt und unter diesen bei den Rochen an der Bauchseite; keine Haare; keine Schildschuppen, φολίδες, keine Federn, sondern meist eigentliche Schuppen, λεπίδες; mit Ausnahme des Scarus Reisszähne, selbst auf der Zunge; weder Gehörgang, noch Nasengang, noch Augenlieder. Theils sind sie lebendgebärend, theils eierlegend. Ihr Herz sieht mit der Spitze nach vorn, das dort austretende Gefäss sendet Aeste in jede Kieme, die Nieren liegen wie bei den höheren, der Magen schliesst meist an den Mund an. Sie haben oft Darmanhänge unter dem Magen.

Die zweite Abtheilung der Fusslosen bilden die Schlangen, welche zum grösseren Theil auf dem Lande, zum kleineren Theil in süssem Wasser und in der See leben. Die Seeschlangen gleichen im Kopf den Meeraalen. Einige Muräniden oder Ophisuren heissen noch jetzt am Mittelmeer Serpenti di mare. Uebrigens gleichen die Schlangen in fast allen Stücken denjenigen eier-

legenden Vierfüssern, welche man Eidechsen, *σαῦροι*, nennt, und würden diesen ganz ähnlich sein, wenn man den Sauriern die Füsse nähme und sie streckte, wodurch bei den Schlangen auch die Eingeweide gestreckt sind. Namentlich haben beide Gruppen die Spaltzunge und die Reisszähne gemein. Der Schlüssel zu einer vollständigen Verbindung der Gruppe der Amphibien im späteren Sinne musste Aristoteles bei der Aeusserlichkeit der Merkmale noch entgehen, weil sie nur zum Theil *τετράποδα*, nur zum Theil *φωλιδωτά*, und sogar, wie er, da er die lebendgeborenen Jungen der Viper *ἔχις* kannte, schon wusste, nur zum Theil eierlegend, *ᾠοτόκα*, sind; aber man merkt, wie nahe es ihm stand, sie ganz zu verbinden.

Die Sonderung der Landthiere und Wasserthiere geschah bei Aristoteles nicht ohne hervorzuheben, dass man unterscheiden müsse, ob, während etwa die Nahrung aus dem Wasser genommen werde, die Thiere übrigens doch Landthiere seien, Luft athmeten und auf dem Trocknen würfen, oder ob sie wie Delphine und Walfische, zwar Luft athmeten, aber doch Wasser durch den Mund einnähmen und durch die Spritzröhre ausstiessen, weil sie nämlich in jenem ihre Nahrung erhalten. Solche sind nur in gewissem Sinne Wasserthiere, in anderem nicht. Wenn dabei die Kiemen die Unterscheidung machen sollten, so gäbe es doch auch den *κορδύλος*, der trotz Kiemen vier Beine habe und auf das Land gehe. Man wird dabei kaum annehmen dürfen, dass Aristoteles den Proteus der Adelsberger Grotten gekannt habe; die sonst gegebene Beschreibung des *κορδύλος* passt für Larven von Tritonen oder Salamandern.

Blutlose sind zunächst auf dem Lande lebende Kerbthiere, unsere Insekten, welchen Aristoteles wegen der Einschnitte am Leibe den Namen *ἔντομα* giebt und welche er nach den Flügeln in *κολεόπτερα*, mit harten Flügeldecken, und *ἀνέλυτρα*, ohne solche, sei es *δίπτερα* sei es *τετράπτερα* eintheilt. Solche leben übrigens zuweilen anfänglich als Larven im Wasser. Dann folgen die im Wasser lebenden, wobei allerdings die durch diesen Wohnsitz bedingte Zusammengehörigkeit auch über die durch das Blut gezogenen Gränzen hinaus verfolgt wird. Hierher gehören die *μαλακόστρακα*, die Krebse, für welche ein gemeinsamer populärer Name nicht bestand, dann die zum Schwimmen, Gehen oder Kriechen befähigten *μάλακια*, Weichthiere, Cephalopoden, welche in solche mit langen Fangarmen und ohne solche, zum Theil geschalte, Argonauta, zerfallen, dann die *ὀστρακόδερμα*, Schalthiere, welche sich zum Theil frei bewegen, zum Theil nur vorübergehend ablösen, um auf Nahrung zu gehen, Patellen, zum Theil im Wasser, zum Theil, Landschnecken, auf dem Lande leben. Männliches und weibliches Geschlecht sei bei ihnen nicht unterschieden. Theils seien sie bleibend angewachsen, wie Holothurien und Schwämme, theils nur vorübergehend, wie die Seeanemonen, *ἀκαλῆφαι*. Die letzteren werden nämlich den Schalthieren für ihre Weichtheile verglichen; der Fels, an welchem sie haften, er-

setze ihnen die Schale. Für die Eintheilung ist damit, dass die μαλάκια wie Sepien, auswendig weich, die Schale innerlich trügen, die μαλακόστρακα und ὀστρακόδερμα aber die Schale, bei jenen zerreiblich, bei diesen spröde, äusserlich und das Fleisch innerlich, eine einfache Antithese gesucht.

Wenn man weiter spinnenartige Thiere und Tausendfüsse den Insekten zugerechnet, von den Landskolopendern die Anneliden als Seeskolopender unterschieden und die Eingeweidewürmer in Bandwürmer und Spulwürmer getheilt findet, ferner berücksichtigt, dass die Seeigel zwar unter den Schalthieren stehen, aber doch, wie auch die Aszidien, τήθυα, ein besonderes Kapitel bilden und in Gattungen getheilt, auch gut verstanden sind, so haben wir so ziemlich, was man von Systematik aus Aristoteles herauslesen kann. Der Reichthum der mitgetheilten Thatsachen, von welchen hier nur das Hauptsächlichste berücksichtigt werden konnte, ist Erstaunen erweckend. Dass in den meisten Stücken das hervorspringt, was auch heute den Kern des Systems bildet, lag wohl zum Theil darin begründet, dass Aristoteles nicht versuchte, ein festes, todtes Schema zu geben, sondern, in stets den einzelnen Thatsachen gerechter lebendiger Behandlung, die Eigenschaften reihenweise an dem ihm bekannten Thiermateriale verfolgte. So Vieles aber war schon bekannt zu derjenigen Zeit, mit welcher die Geschichte der Zoologie ihren Anfang nimmt.

In der Folge wurde dem Aristotelischen Motive der Unterscheidung des Lebens auf dem Lande, im Wasser und in der Luft, zum Fliegen ausgestattet, dadurch auch den Gliedmassen die hauptsächliche Rücksicht geschenkt, dem Uebrigen aber für die Anordnung weniger Bedeutung gegeben. So regierte bei Plinius und in den encyklopädischen Werken der Regeneratoren der Zoologie gleich nach der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts Wotton, Bellon, Rondelet, Gessner, Aldrovandi mehr oder weniger die Theilung der Thierwelt in Terrestria, Aquatilia und Volatilia. Von diesen drei Haufen enthielt jeder von sehr Verschiedenem, der letzte von fast Allem etwas und es wurden Schwierigkeiten für eine natürliche Gruppirung geschaffen, welche wieder los zu werden Mühe kostete. Plinius behandelte in Buch 8—11 die Landthiere, anfangend von den bedeutendsten, Elephant, Drache, Löwe, Tiger, Kamel; dann die Wasserthiere mit Einschluss der Wale und der Niederen, Sanguine piscium carentia, in drei genera: Mollia; Contecta crustis tenuibus; Conclusa testis; hierauf die Vögel, denen im letzten jener Bücher die „Insecta animalia" folgen. Die Art der Einreihung anatomischer und physiologischer Bemerkungen ist nicht zu loben.

Ed. Wotton, 1552, de differentiis animalium, blieb Aristoteles mehr treu, indem er die Fledermäuse zu den Viviparen stellte. Die eierlegenden Vierfüsser und Schlangen vereinigte er unter dem Namen der Schuppen-

träger, Pholidota. Die Wale aber liess er bei den Fischen. Aus den Seewalzen, Seesternen, Medusen, Aktinien, Schwämmen bildete er die Zoophyten, während er die Seeigel noch bei den Testacea liess. R. Leuckart hat in einer besonderen Untersuchung dargethan, dass jener Name der Zoophyten wahrscheinlich aus der Aristotelischen Schule herrühre; Sextus Empiricus, Aelian, Galen bedienten sich seiner, Rondelet bereits differentiell: urticam animal imperfectum esse e molluscorum genere non zoophyton, wie auch Bellon die Seenesseln zu den „pisces molles" stellt. Aldrovandi sagt über die Zoophyten: „quae nec animalium nec fruticum seu plantarum sed tertium ex utroque naturam habent. Latine ea nominare non possimus, nisi plantanimes aut plantanimalia vocemus: urtica, holothuria, tethya, mentula marina, malum insanum, cucumis, pulmo et reliqua similia, quibus multi annumerant spongias, quas non inter plantas imperfectas collocabimus.

Man begreift kaum, wie man es aushielt, die Beschreibung durch die Eintheilung in Land-, Wasser- und Luftthiere so zu erschweren. So blieben auch gewöhnlich die Fledermäuse bei den Vögeln, welchen sie das Volk in Spanien und Italien noch zutheilt. Johnston*) nennt sie Aves carnivorae mediae naturae. Die Exangues aquaticae mit Mollusca, Crustata, unter welchen Seeschildkröten und Seesterne, Testacea, Zoophyta seu Plant-animalia, wurden den Fischen angereiht. Die Insecta schlossen sich an die Vögel. Unter ihnen gesellten sich zu den Insecta pedata alata die pedata non alata, darunter die Raupen, deren Ursprung, obwohl für die Seidenraupen vom Ei ab längst bekannt, doch im Allgemeinen im siebzehnten Jahrhundert noch etwas im Dunkeln lag, die Spinnen, die Tausendfüsse, dann die Insecta apoda: Maden, Helminthen, Regenwürmer, Nacktschnecken. Ferner aber stellten sich den Landinsekten die Wasserinsekten, Insecta aquatilia, gegenüber. Auch diese wurden getheilt in fusstragende, darunter Schnacken, Wasserwanzen, Nepa als Scorpio, und Notonecta, als Cicada fluviatilis, Larven von Libellen, als Locustae aquaticae, von Dyticus, als Squilla, von Phryganeiden, als Ligniperda aquatica, auch als vielfüssige: weisse Würmchen aus Süsswasser, Naiden, Meerflöhe, Fischasseln, Anneliden, auch Röhrenwürmer, Siphunculi testacei, und in fusslose: Blutegel, Seesterne, Seepferdchen, welches Fischchen auch Linné Anfangs nicht hier abzulösen vermochte, endlich als Uva marina ein Zoophyt, eine Siphonophore, welchen noch jetzt die Fischer ähnliche Namen geben, wahrscheinlich Forskalia ophiura. Den Schluss machen die fusslosen Schlangen, untermischt mit Meeraalen, geflügelten Drachen und ungeflügelten Basilisken.

*) Für das Einzelne nehme ich Johnston, Historia naturalis 1657, weil er die Alten und die damals Neueren, ausser den Genannten namentlich noch für Insekten Moufet, vereinigte. Diese verschiedenen gegen einander zu halten würde hier zu weitläufig sein, das Gegebene wird genügen, die Zeit zu charakterisiren.

Es wird wenig mythische Thiere geben, in welchen nicht ein starkes Korn Wahrheit steckte. Hier sind es deutlich gehelmte Eidechsen, und solche mit Flughäuten, Riesenschlangen und zweifüssige Eidechsen, auch zweiköpfige Missbildungen, aus Eiern fallende junge Rochen und Anderes, was den abenteuerlichen Darstellungen zu Grunde lag.

Schwenckfeld in seinen Theriotrophaeum Silesiae 1603 sonderte zwar die Vierfüsser von den Reptilien, aber erst John Ray's Untersuchungen über den Bau des Herzens der verschiedenen Klassen der Blutthiere, mit Darstellung der Verschiedenheiten der Kammersonderung und deren Wirkung für Gliederung des Blutkreislaufs in zwei gesonderte Bahnen, Wärmeerzeugung und ganze Lebenseinrichtungen, gestatteten in Verbindung mit den schon bekannten Differenzen der Athemwerkzeuge eine über die Klassifikation nach den Bewegungsorganen, nach Vorkommen und Zahl, sich erhebende Eintheilung. Ray wusste auch, dass der Regenwurm rothes Blut habe. Er wurde, mit den anatomischen Grundlagen und der Definition in grossen Zügen, dem Artbegriff und der bestimmten Ausdrucksweise für das Einzelne, durch massenhafte Einführung neuer Formen, auch im Besonderen z. B. für die Gruppirung der Säuger, durch exaktere Durchführung der Rücksicht auf Gliedmassenbeschaffenheit und die Verwendung von Merkmalen aus den Zähnen über die Aristotelische Schule hinausgehend, besonders nachdem Brisson seine Resultate zusammengefasst hatte, die Hauptquelle für Linné, namentlich für dessen Ausgabe von 1758.

Linné selbst, 1707—1778, fing sein Systema naturae mit ziemlich mangelhaften und sehr dürftigen Ausgaben an, es fiel ihm schwer, über das Aeusserlichste hinaus zu kommen. Erst von 1746 an, seit er Rücksicht auf Swammerdam und Réaumur nahm, welch' letzterer von 1709 ab der französischen Akademie eine Menge von Aufsätzen über Insekten, im weiteren Sinne überreicht hatte, und später unter dem Studium von Ray wurde seine Klassifikation besser und das Material reicher, lezteres endlich sehr reich. Erst in der zehnten Ausgabe reihte er die Wale, Cetacea, in die erste Klasse, welche er Anfangs Quadrupedia genannt hatte, bis er für sie die neue, beste Benennung der Mammalia, wegen der ihnen allein und ihnen allen zukommenden Milchdrüsen einführte. Die Rochen und Haie, Selachier des Aristoteles, und andere Fischordnungen mit Besonderheiten des Skelets schwankten ihm mehrfach zwischen Amphibien und Fischen hin und her. Den Mammalia, Aves, Amphibia, Pisces folgten als fünfte Klasse die Insecta, deren flügellose Gruppe die Tausendfüsse, Spinnen und Krebse mit umfasst, als sechste die Würmer, welche alles Uebrige, namentlich auch die Cephalopoden, Schalthiere und Zoophyten aufnahmen. Will man vorgreifend die Wirbelthiere zusammenfassen, so hätte Linné nur drei grosse Abtheilungen: Wirbelthiere, Insekten und Würmer gehabt. Durch Klein wurden unter letzteren die Echinodermen zwar noch den Schalthieren be-

lassen, aber doch durch Zusammenordnung einer Reihe von Gattungen derselben zur Absonderung vorbereitet, was von Pallas und Bruguière weiter geführt wurde. Klein gab auch 1734 den Cephalopoden eine Zusammenfassung als Radiata und Pallas vereinigte die Zoophyten.

Die Absonderung der Reptilien, Amphibien, Serpentien, bald unter dem ersten oder dem zweiten Namen zusammen, bald in Gruppen geschieden, von den Mammalia wurde um den Schluss des vorigen Jahrhunderts und den Anfang dieses unterstützt und vollendet durch Laurenti, Blumenbach, Batsch, Schneider und Brogniart, von welchen Schriftstellern die beiden letzteren die Salamander und Frösche für sich zusammenfassten, so dass diese unter Verbindung mit den Cäcilien durch Blainville 1816 den Namen Amphibien allein, die Reptilien aber den ihrigen bekamen, ohne Rücksicht darauf, ob sie fussloss krochen oder auf vier Füssen liefen. Uebrigens finden wir z. B. noch bei de la Cépède gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts den Begriff Quadrupèdes ovipares.

Der nächste grosse Schritt war die Verbindung der vier oberen Klassen oder fünf, wenn man Reptilien und Amphibien gesondert hielt, zu einer Gemeinschaft. Dadurch wurde zugleich mehr Gleichgewicht in die Eintheilung gebracht, während bisher die kolossale und verschiedenartige Klasse der Insekten sammt den sogenannten flügellosen nur einer Klasse der Blutthiere etwa den Säugern im System gleichwerthig erschien, obwohl deren innere Verschiedenheit viel geringer war. Schon Mizaldus hatte in seinen Memorabilium utilium centuriae 1599, wie Severino 1645 in seiner reichen und geordneten vergleichenden Anatomie, welche er nach dem voraristotelischen Meister Zootomia democritaea nannte, aufführt, hervorgehoben, dass nur einem Theil der Thiere die Wirbelsäule, zu deren Seiten sich die Theile symmetrisch ordneten, zukämen. Buffon sagte 1754 im Discours sur la nature des animaux, die innere Einrichtung, die thierische Oekonomie, sei für den Menschen und alle Thiere mit Fleisch und Blut ziemlich gleich, aber die äussere Hülle sei sehr verschieden, besonders das obere und untere Ende und wieder die Enden der Glieder, während, je näher dem Centrum, um so grösser die Aehnlichkeit sei. Finde sich schon für Herz und Lungen Differenz, Insekten, so hört die äussere Aehnlichkeit ganz auf oder die Abweichungen seien doch weit grösser. Das ist nicht allein ein Anfang der Typenlehre Cuviers, sondern auch eine Abwägung des Werthes für Eintheilung an äusseren gegen innere Eigenschaften aus anatomischem Bau der Organe. Batsch vereinigte 1788 die vier oberen Klassen Linné's als Knochenthiere. Man war, wie wir aus Göthe ersehen, um jene Zeit sehr aufmerksam auf das Skelet. 1796 wurde das knöcherne Gerüst von de la Cépède als ein durch die Klassen der Säuger, Vögel, eierlegenden Vierfüsser, Fische und Schlangen einheitliches Modell,

modèle unique, bezeichnet, geordnet um die Wirbelsäule in den allermannigfaltigsten Verhältnissen.

1797 und 1800 setzte Lamarck den Gegensatz der Animaux à vertèbres und Animaux sans vertèbres an die Stelle der ἔναιμα und ἄναιμα des Aristoteles. Wirbel haben auch Fische, deren Skelet kein Knochengewebe bietet, der Begriff war also genauer als bei de la Cépède. In Wechselwirkung mit den anatomischen Untersuchungen Cuvier's wurde diese Unterscheidung die hauptsächliche Grundlage der Typenlehre, welche sich 1812 und 1817 in der Vorlage an die Akademie vollendete.

Eben so wichtig als diese Zusammenfassung der oberen Klassen war die weitere Behandlung und Auflösung der der Insekten und Würmer. Schon 1749 hatte Buffon, welcher die sechs Klassen überhaupt willkürlich nannte, in den Würmern eine Vereinigung der verschiedenartigsten Thiere gefunden, wie er denn auch die Lächerlichkeiten rügte, welche der Eintheilung der Säuger bei Linné, vorzüglich nach den Zähnen, theils aus falschem Verständniss, theils aus Unkenntniss anklebten. Von den Insekten hatte bereits Brisson die Crustacea, Krebse, als mit mehr als sechs Füssen versehen, abgesondert und, da er Walfische und Knorpelfische als besondere Klassen führte, neun Klassen, sechs mit und drei ohne Blut aufgestellt. Indem durch Réaumur, Rösel, Geoffroy, de Geer, Fabricius die Kenntniss der Insekten sich vervollkommnete, namentlich durch letzteren 1775 statt oder zu der Eintheilung nach Flügeln oder nach der Entwickelung, mit welcher Swammerdam hauptsächlich bekannt gemacht hatte, die nach Mundwerkzeugen eingebracht wurde, 1756 durch Adanson und 1791 durch Poli die Schalthiere statt nach der Schale nach dem Bau des Thieres geordnet wurden, auch die Gruppe der Pflanzenthiere durch Marsigli, Ellis, Pallas, Esper in einer grösseren Mannigfaltigkeit bekannt, auch auf ihre Organisation Gegenstand der Untersuchung und nach zoologischen Merkmalen nicht nach groben Aeusserlichkeiten abgegränzt wurde, bereitete sich die Auflösung jener Klassen schon von 1756 an bei Linné selbst vor, indem die Würmer in fünf Ordnungen auseinander traten: die eigentlichen, die Weichthiere, die Schalthiere, die Lithophyten und die Zoophyten, und vollendete sich bei Cuvier, welcher 1798 an Hand der eigenen anatomischen Arbeiten die weissblütigen Thiere in vier Klassen: Weichthiere, Insekten, Würmer und Pflanzenthiere trennte. Dabei wurden in der letzten Klasse bereits zusammengefasst die Stachelhäuter, Echinodermata, die weichen Pflanzenthiere: Seeanemonen, Quallen, weiche Polypen und Infusorien, und die Pflanzenthiere mit Hartgebilden: Steinkorallen, Hornkorallen, korkartige Alcyonien, Schwämme, zellenbildende Hydroiden und Bryozoen.

Je nachdem man, wie Latreille, die Krebse, Spinnen und Tausend-

füsse von den Insekten, wo sie bei Linné unter den Aptera Platz gefunden hatten *), ablöste, von den Würmern die beim Uebergang zum laufenden Jahrhundert immer reichlicher untersuchten Eingeweidewürmer schied oder nicht, die Zoophyten mehr oder weniger zerlegte, erschien unter den Händen von Lamarck, Duméril, Latreille und Anderen die Zahl der Klassen ungleich und waren derselben bei Lamarck bis sechszehn. Einzelnes Bedeutsame bei den Wirbelthieren: die Vermannichfaltigung der erst nur in den amerikanischen Opossums bekannten und damit bei Handthieren oder Raubthieren als Hinterhänder untergebrachten Beutler durch die australischen sehr zahlreichen Formen, die Entdeckung der Monotremen mit dem zuerst für eine künstliche Zusammensetzung angesehenen Schnabelthier, die der Olme, Proteus, verfehlten nicht, bestimmend auf die Systematik einzuwirken.

Epoche machte das System von Georges Cuvier 1817 mit vier übergeordneten Types oder embranchements und neunzehn Klassen in folgender Ordnung:

Wirbelthiere: Säuger, Vögel, Amphibien, Fische.

Weichthiere: Cephalopoden, Pteropoden, Gastropoden, Acephalen, Brachiopoden, Cirripoden.

Gliederthiere: Anneliden, Krustazeen, Arachniden, Insekten.

Strahlthiere: Echinodermen, Eingeweidewürmer, Quallen, Polypen, Infusorien.

Der Name Radiata war nur in diesem Sinne angewandt, nicht an sich neu; Klein hatte ihn 1734 für die Cephalopoda, also untergeordnet, gebraucht, während er die Echinodermen bei den Schalthieren liess. Die Abtrennung der Mollusken von den Würmern Linné's war der wichtigste Schritt, aber auch für das Uebrige wurden die Würmer getheilt, indem die höheren Würmer wegen der Gliederung mit den Linné'schen Insecta verbunden wurden.

Auch Lamarck hatte den Versuch gemacht, den Klassen übergeordnete Kategorien zu bilden, indem er statt Vertebrata setzte Intelligentia und die Invertebrata in Sensitiva und Apathetica theilte. Während hier nur eine Funktion die Kategorien bestimmte, beruhten diese bei Cuvier auf den durch seine vielseitigen Untersuchungen nachgewiesenen anatomischen Eigenschaften, namentlich dem Knochengerüste und Rückenmark in bestimmter Lage für die Wirbelthiere, der Bauchganglienkette **) und dem Rückenherzen für die Gliederthiere, einem ungegliederten Körper mit einem Herzen für

*) Walckenaer und Gervais wandten den Titel Aptera nach Ablösung der Krebse wieder zur Zusammenfassung luftathmender Arthropoden an mit drei Klassen nach Abwesenheit und Anwesenheit der Fühler Acera (Spinnenthiere), Dicera hexapoda (aptere Insekten) und Dicera myriapoda (Tausendfüsse).

**) Diese verschiedene Lage der Zentralorgane des Nervensystems drückt Brühl aus durch die Benennungen Notoneura und Gastroneura, letzteres für Avertebrata im Ganzen.

die Weichthiere, niederer Organisation mit strahliger Anordnung für die Strahlthiere.

Erst bei de Blainville 1822 wurde an erster Stelle die mathematische Anordnung entscheidend und man darf Typen in solchem Sinne nicht mit Cuvier's Systematik identifiziren. Blainville's System enthielt in folgender Ordnung 26 Klassen:

Unterreich I: Artiomorpha, Artiozoaria, Zygomorpha, Bilaterale.

A. Gegliedert: Inwendig: Osteozoaria, Vertebrata, mit fünf Klassen: Pilifera, Säuger; Pennifera, Vögel; Squamifera, Reptile; Nudipellifera, Amphibien; Pinnifera, Fische.

Auswendig: Entomozoaria mit acht Klassen, mit steigender Fusszahl: Hexapoda, Insekten; Octopoda, Arachniden; Decapoda, höhere Krebse; Heteropoda, Squillen und andere Krebse; Tetradecapoda, Amphipoden und Isopodenkrebse; Myriapoda, Tausendfüsse; Chaetopoda, Anneliden; Apoda, Blutegel, Bandwürmer, Rundwürmer.

B. Etwas geliedert, zwei Klassen: Nematopoda, Cirripedische Krebse; Polyplaxiphora, Chitonschnecken.

C. Nichtgegliedert: Malacozoaria, Mollusken, mit zwei Klassen: je nach Entwicklung eines Kopfes: Cephalophora, Acephalophora.

Unterreich II: Actinomorpha, Actinozoaria, Radiäre mit sechs Klassen: Annelidaria, Sipunkulidenwürmer; Ceratodermaria, Echinodermen; Arachnodermaria, Akalephen; Zoantharia, Aktinien; Polypiaria, Anthozoen mit einfachen Tentakeln und Bryozoen; Zoophytaria, Alcyoniden mit zusammengesetzten Tentakeln.

Unterreich III: Heteromorpha, Heterozoaria, Amorpha, Unregelmässige, mit drei Klassen: Spongiaria, Schwämme; Monadaria, Infusorien; Dendrolitharia, Korallinenpflanzen.

Von hier ab kann es sich nicht mehr darum handeln, auch nur die wichtigeren Einzelversuche in der Systematik zu notiren, sondern nur noch darum, im Allgemeinen diejenigen mehr einschneidenden Fortschritte hervorzuheben, welche auf besserer Erkenntniss der anatomischen Eigenschaften oder der Entwicklungsgeschichte beruhen und die Punkte zu bezeichnen, welche als strittige für die Verschiedenheit der Systembildung bedeutsam blieben.

Die Eintheilung nach Typen über den Klassen schien eine Zeit lang eine sehr bedeutende Stütze aus der Entwicklungsgeschichte zu erfahren. Bär namentlich stellte die Entwicklung der vier Typen aus dem Ei als sehr bestimmt geschieden dar. Aus seinen Untersuchungen, denen von Kölliker, von P. J. v. Beneden ging hervor, dass Wirbelthierembryonen sich in der Keimhaut erst mit der Rückenpartie anlegten, über den Dotter sich gegen die Bauchseiten hin entwickelnd, allmählich Dotter vom Bauch aufnehmend; während bei den Gliederthieren sich umgekehrt erst die Bauch-

wand bilde und der Dotter vom Rücken aus aufgenommen werde, bei den cephalopodischen Weichschnecken dieses vom Kopfe aus geschehe, dass aber bei den Uebrigen überhaupt ein solcher Gegensatz nicht bestehe. Man sieht leicht, dass das doch den Typen Cuvier's in den Gegensätzen nicht entsprach. v. Beneden machte auch nur drei Gruppen, Linné wiederholend, mit 30 Klassen: Hypocotylés, welche ein Rückenmark haben und bei welchen der Dotter bauchständig ist; Epicotylés mit Bauchganglienkette, welche den Dotter vom Rücken aufnehmen; er stellte die Räderthierchen dazu; Allocotylés, bei welchen sich der Dotter weder auf die eine noch auf die andere Weise verhält, welche meist einen Schlundring, aber keine Ganglienkette haben; dahin stellte er unter den Mollusken auch die Cephalopoden, Tunikaten, Bryozoen und an das Ende die Infusorien und Rhizopoden, während Vogt mit Kölliker den Cephalopoden den besonderen Platz liess. Es hat sich aber schon lange ergeben, dass überhaupt die Umwachsung eines Dotters, Gegensetzung eines in der Furchung und Zellbildung vorgehenden Theils gegen einen anderen, erst sekundär durch jenen, als Ernährungsmaterial, zur Verwendung kommenden, mehr von der Masse des Eimaterials als von der zoologischen Stellung abhängt, dass es holoblastische und meroblastische, Remak, Thiere in nächster Verwandtschaft giebt. Wenn wir dazu nehmen, dass Kowalevsky die Invagination der Keimhaut in so verschiedenen Typen nachwies, so erscheint das Gemeinsame, Gleichartige der Entwicklung aus dem Ei stärker hervorzutreten als das Ungleichartige, auch dieses nicht gerade den nach der Organisation aufzustellenden Typen entsprechend vertheilt zu sein, die Entwicklung für Gleichartigkeit der Typen nicht nur nicht über das hinauszugehen, was aus der Organisation in Rückschluss zu folgern wäre, sondern Gleichheiten in der Organisation auf ungleichen Wegen zu schaffen. Wenn die grössten Unterschiede, welche es für die Entwicklung derjenigen Thiere, welche eine Leibeshöhle ausbilden, geben kann, über die Gränzen der Typen wegschreiten, nicht mit ihnen zusammenfallen, so ist es mit der Unterstützung von Cuvier's Typenlehre durch die Entwicklungsgeschichte wohl zu Ende. Damit fällt dann der so viel vertretene Satz, dass es nur innerhalb der Typen Homologieen, morphologische und entwicklungsgeschichtliche Uebereinstimmungen, zwischen ihnen nur Analogieen, funktionelle, physiologische Uebereinstimmungen gebe, womit allerdings durchaus nicht gesagt werden soll, es sei nicht räthlich, blos funktionelle Uebereinstimmungen von tiefer liegenden Gleichwerthigkeiten zu sondern.

Auch blieb gegen die Typenlehre einzuwenden, dass es viele Thierformen giebt, welche nach ihrer Organisation, wo man sie auch einreihen mag, etwas Fremdes darstellen und andere, welche die Eigenschaften mehrerer Typen verbinden, so dass die einen und andern die Kategorien weniger scharf machen. Das wird nicht besser, wenn man die reformirte Typenlehre nimmt, als Kriterium, statt der Organisation, die Lagerung der

Theile, wenn man die Anordnung nach Antimeren und Metamerenbildung als oberstes Princip der Eintheilung anwendet. Nach mathematischen Grundsätzen würden, wie wir oben gezeigt haben, ohnehin die drei oberen Typen Cuvier's für die hauptsächliche Antimerenbildung, die bilaterale Symmetrie, nicht zu trennen seien, und nach der Metamerenbildung wenigstens der erste und dritte zusammenstehen. So nützlich die Zusammenfassung der Wirbelthiere war, so hat selbst sie im Fische Amphioxus ihren Haken. So gut sich anfänglich Arthropoden in sich und als Artikulaten mit den Anneliden zusammenzuordnen scheinen, so begegnen wir doch am Ende überall Schwierigkeiten. Es ist nicht anders für die Beziehungen der Mollusken zu den Molluskoiden und für die zwischen den beiden grossen Klassen der Radiaten, Coelenteraten und Echinodermen. Man mag die Typen beibehalten, um die Gruppirung übersichtlicher, dem Gedächtniss bequemer zu machen, aber man darf ihnen keine zu tief gehende Bedeutung beilegen.

Die Typenlehre ist namentlich dadurch erschüttert worden, dass der Inhalt des vierten Typus von Cuvier, selbst nach Ausscheidung dessen, was in der That nicht radiär gebaut ist, also für Polypen, Quallen, Echinodermen keine bestimmte anatomische Gleichartigkeit zeigt, vielmehr die beiden ersten Klassen sich schön verbinden lassen, die dritte aber viel ferner steht. Die ausserordentlich glückliche Zusammenordnung der Quallen und Polypen durch R. Leuckart als von Thieren, bei welchen Leibeshöhle und Verdauungshöhle nicht geschieden sind, Coelenterata, und die dieses Band vervollständigenden Entdeckungen der genetischen Verbindung sessiler polypenartiger Generationen in dieser Gruppe mit den schwimmenden Medusoiden durch Sars, Dalyell, Reid, Dujardin und Andere mussten die Zusammenstellung dieser Klasse mit der ganz anders organisirten und sich entwickelnden, in sich ebenfalls gut zusammenhängenden der Echinodermen als nicht zweckmässig erscheinen lassen. Nur die äussere Aehnlichkeit ist etwas lebhafter für Echinodermen und Rippenquallen, aber auch hier haben die der letzteren zum Theil zukommenden, formveränderlichen Papillen doch mit den Füsschen der Echinodermen keine tiefgehende Gemeinschaft.

So sind einerseits die vermeinten typischen Unterschiede, andererseits die typischen Gemeinschaften abgeschwächt. Das aber ist immer als Vortheil der Typenlehre geblieben, was durch sie gegen die sonst unseren Gewohnheiten so nahe liegende Auffassung der Thiere als in einer linearen Folge vom Niederen zum Höheren aufsteigender Reihe erworben war. Die Typenlehre hat wesentlich dazu beigetragen, erkennen zu lassen, dass unter verschiedenen Umständen grössere und geringere Vollendung erreicht werden kann; sie zeigte, dass in den verschiedenen Typen ungleiche Organisationshöhe auftritt, so dass ein niedrigeres Wesen aus einem an sich höheren

Typus niedriger stehen kann, als ein höheres eines niedrigeren Typus. Um dieses hat v. Baer das grösste Verdienst gehabt.

Was das Einzelne betrifft, so haben die Gränzen der Weichthiere mehrere Zweifel erregt. Die älteren Autoren hatten Allerlei, was Schalen trug, dorthin gebracht. In ganz neuer Zeit haben Agassiz, beziehungsweise Vogt die Vortizellen, Polythalamien, Ctenophoren noch zu ihnen gestellt. Cuvier liess die cirripedischen Krebse, welche wie die Röhrenwürmer von den Conchyliologen mit aufgeführt wurden, obwohl er ihre Gliederung kannte, noch an dem alten Platze. Erst auf die Vervollständigung der Untersuchungen, namentlich durch Burmeister und Thompson, vor Allem durch die Kenntniss ihrer Entwicklungsgeschichte mit freilebenden Jugendständen konnten diese durchaus den Crustacea zugetheilt werden. Die anderen Beimengungen fielen leichter ab. Dagegen wurden die Bryozoen, mit ihren Kolonien wie mit Moos fremde Körper überziehend, manchmal ähnlich den Korallen oder den Hydroidstöcken, von welchen Medusen entspringen können, durch Ehrenberg wegen ihres ganz verschiedenen Baues aus den Korallen genommen und von H. Milne Edwards 1855 mit den Tunikaten als Molluskoide vereint, um zugleich die Aehnlichkeit und die Abweichung von den Mollusken auszudrücken, mit diesen zu dem gemeinschaftlichen Typus der Malacozoa verbunden. Dana adoptirte das, während Leuckart den Bryozoen eine Beziehung zu den Mollusken nicht einräumen wollte. Für die Brachiopoden hat schon 1847 Japetus Steenstrup zurückgewiesen, dass sie durch die Anomien mit den gewöhnlichen Muscheln verbunden seien. Gratiolet, Burmeister, Lacaze, Duthiers, Gegenbaur hatten auf gewisse Beziehungen zu den Würmern hingedeutet, bis Morse sie besonders wegen ihrer Larven ganz zu diesen gestellt hat. Nach ihm beweist die stellenweise niedere Organisation, dass die Brachiopoden alte, die Röhrenwürmer neue kephalisirte, kopfkiemige Würmer seien. Auch Kowalevsky hat namentlich für Argiope die Entwicklung wurmähnlich, der des Balanoglossus (siehe II. Band) verwandt gefunden. Nach A. Agassiz würde man dann die Bryozoen als Kolonieen von Brachiopoden betrachten, deren zwei Schalen zusammenhängen, die flache den gemeinsamen Grund bildend, die konvexe eine Oeffnung für den Tentakelkranz lassend. Auch wurden die Insekten im alten Sinne Linné's wieder unter dem Namen der Arthropoda vereint, so dass die Insecta im engeren Sinne als Klasse darunter standen, die ganzen Arthropoda aber mit den ebenfalls gegliederten, aber keine gegliederten Füsse besitzenden Würmern, Annellata, zum Typus der Articulata oder Entomozoa verbunden. Sehr allgemein wurde eingesehen, dass das Radiäre, welches man am Vorderende einiger Eingeweidewürmer aus der Gruppe der Bandwürmer findet, nebensächlich sei, und diejenigen, welche Solches haben, erschienen durch passende Uebergänge, Trematoden und Egel, den nicht parasitischen, bestimmt gegliederten Würmern mit borsten-

tragenden Fussstummeln, Anneliden oder Chäthelminthen, theils gut verwandt, theils half wohl etwas die alte Benennung Eingeweidewürmer, mit zur Zusammenordnung. Als eine sehr passende Ergänzung des Systems wurde es aufgenommen, als, wie früher besprochen, C. Th. v. Siebold 1845 den besonderen Typus der Protozoa bildete, über den Infusorien und den Rhizopoden. Die Radiaten waren dadurch auf die oben genannten drei Klassen beschränkt.

Die Würmer drohen heute, während man sie seit Linné von Vielem befreit und ihnen dadurch einen einheitlichen Charakter gegeben hatte, wieder, wenn auch nicht so sehr, als bei Linné, doch einigermaassen die Abtheilung zu werden, in welche man das, was man irgendwo nicht kontinuirlich anzuknüpfen weiss, einstellt. So werfen Viele dorthin die kleine Gruppe der Räderthierchen, welche in den ersten Beobachtungen theilweise, nämlich die festsitzenden, den Polypen zugetheilt wurden, dann wegen ihrer Kleinheit bei den Infusorien standen, jetzt aber von Manchen zu den Arthropoden gestellt werden; Andere die Myzostomiden, auf Seesternen schmarotzende kleine Wesen, für welche ebenfalls durch Vermittlung der Tardigraden oder Bärthierchen eine Verbindung mit den Arthropoden herstellbar schien; Andere die Bryozoen, indem sie diese, trotz ihres den Mollusken ähnlich umkehrenden Darmes den Röhren bewohnenden Anneliden vergleichen, und weiter die Tunikaten, welche, nachdem Kowalevsky ein schon von J. Müller beobachtetes Larvenorgan bestimmt als der Chorda der Wirbelthiere entsprechend gedeutet hatte, Wirbelthierbildung aus den Würmern vermitteln sollen. Die Gephyrei mussten ebenfalls aus der Gruppe der Echinodermen hierhin gesetzt werden, und für die Echinodermen überhaupt hat schon Huxley wegen der Aehnlichkeit der Larven, dann Häckel im Vergleich der Theilstücke die Verwandtschaft mit Würmern betont. Von der Zutheilung der Brachiopodenmuscheln hierher war schon die Rede. Alle diese Gruppen finden ihre Aehnlichkeiten aber weniger bestimmt in einem Typus, als das sonst der Fall zu sein pflegt, sie sind atypische Formen, sie haben ihre Verwandtschaften gegen Klassen, welche man in verschiedene Typen zu bringen pflegt, oder welchen man doch in einem Typus sehr verschiedene Plätze anweist. Legen wir, wie wir gewiss an vielen Stellen Grund haben, das zu thun, auf Gegenwart und Anordnung von Theilstücken einen geringeren Werth als auf die Gegenwart und Entwicklung von Organen, so findet sich etwas mehr Grund, die Räderthiere und Bryozoen lieber den Würmern zuzutheilen als den Krustaceen und Malakozoen. Es liegt das aber hauptsächlich in der Elastizität des dann erübrigenden Wurmbegriffs, und es schwindet zugleich das hauptsächliche Unterscheidungsmittel zwischen Artikulaten und Mollusken*). Auf der

*) Gegliederte Larven haben wie Würmer auch Chitonschnecken, Pneumodermon unter den Pteropoden und Dentalium.

anderen Seite ist in deutlich nahe verwandten Würmern ein so kolossaler Organisationsunterschied, z. B. zwischen Cestoden, Trematoden, Hirudineen, dass die Neigung sich vermindert, die Organentwicklung allein sprechen zu lassen. Schliesslich ergeben sich Motive, gewisse, in der Regel ruhig belassene, Würmer den Mollusken ziemlich eben so nahe oder näher verwandt zu erachten, als den gegliederten Anneliden. Wie mühsam ist es z. B., die Nematoden mit den letzteren zu verbinden. Wenn man so viele heterogene Dinge unter den Würmern vereint, so wird das entweder, wie bei Mc Crady, welcher auch die Coelenteraten auf einer wurmähnlichen embryonalen Basis, der Planula, ihnen verbinden will, zu einer Wiederherstellung der Würmer im Sinne Linné's oder zu einer stärkeren Auflösung dieser Gruppe führen, und das wird wohl das Richtigste sein. Die Würmer, als Begriff, können das nicht ertragen, was ihnen zugemuthet wird. Die höchsten Würmer, die Anneliden, zeigen durch die Gliederung und die hohe Organisation sich als sehr nahe Verwandte der Arthropoden. Die anderen gleichen im Mangel der Gliederung der Personen, namentlich im Nervensystem, ihnen wenig, mehr den Schnecken. Man wird zu wählen haben, ob man lieber jenen oder diesen, namentlich den Eingeweidewürmern den Titel der Würmer lassen will, aber man wird nicht Alles unter die Würmer stecken dürfen, was anderswo stört, mit Belassung eines gemeinsamen Namens.

Die Stellung der Schwämme nahe bei den Coelenteraten wurde 1854 von R. Leuckart deutlich erläutert. Miclucho Maclay und Häckel haben das durch die Art, wie sie das Kanalsystem und die Bedeutung der Oeffnungen auffassten, zu unterstützen gesucht, und Eimer dafür noch das Vorkommen von Nesselfäden bei Schwämmen angeführt*). Diese Anordnung wird wohl ziemlich allgemein gebilligt.

Indem die Schwämme den Protozoen entfielen, sind auch die Infusorien wieder Gegenstand der Aufmerksamkeit geworden. Diese waren erst nur darauf zusammengestellt, dass man des Mikroskops bedurfte, um sie zu sehen, und benannt danach, dass man sie in Flüssigkeiten fand, in welche man wissentlich nichts Lebendes gebracht hatte, in Aufgüssen. Nach manchen Vorläufern wurden sie in grosser Menge 1838 durch Ehrenberg abgebildet, mit Deutung ihrer Organisation auf Grundlage des oben bei Gelegenheit der Sarkode angeführten Prinzips. Namentlich erklärte Ehrenberg auf Experimente mit Farbstofffütterung hin die eigentlichen Infusorien als mit einem vollkommenen Darmkanal versehen, welcher viele Magensäckchen

*) Ich habe seit 1857 Nesselorgane in einem mikroskopischen Schwammpräparat aus Spezia gehabt und damals meinem Freunde Leuckart gezeigt, bin jedoch nicht im Stande zu behaupten, die Nesselfäden seien nicht zufällig in den Schwamm gekommen. Eimer hält nach persönlicher Mittheilung fest, bestimmte Schwämme besässen zuverlässig Nesselorgane. Man vergleiche übrigens, was letztere betrifft, Band II, Buch 4.

an sich hängen habe, für Enterodela polygastrica. Dagegen wurde sehr rasch von Carus, Focke, Meyen eingewendet, dass die aufgenommenen Stoffe ersichtlich in der Substanz, nicht in Taschen, liegen, und die Infusorien wurden zur selben Zeit, als Dujardin sie für homogene Sarkode nahm, von Meyen unter dem Einfluss der Zellenlehre, trotz der Mundöffnung, als eine Portion leimartiger Substanz mit einer Hülle, einer vegetabilischen Zelle ähnlich, erachtet. Es folgte das oben erwähnte Eintreten v. Siebold's und Kölliker's in ähnlichem Sinne für die ganze Protozoengruppe. Perty dagegen meinte 1852, ein Infusorium entspreche nicht einer Zelle, sondern einer Combination unvollkommen entwickelter Zellen. Auch Joh. Müller, Stein, Cohn, Claparède, Greeff mochten nicht eine so mannigfaltige Organisation an einer Zelle suchen. Wir haben auch darüber schon von Seiten des Zellbegriffs zu reden gehabt.

Um zu einem Resultate zu kommen, wird man von der Verbindung der Infusoria ciliata mit anderen Formen absehen und jene allein in's Auge fassen müssen. Auch wenn es richtig ist, dass Wimpern aus der plastischen Substanz sich bilden, ohne dass sich diese zuvor in einer Hülle differenzirt hat und somit die Ciliaten mit den wimperlosen Sarkodeorganismen sich verbinden, ist durch die Thatsache der Wimperbildung die Trennung ganz deutlich. Wenn wir es überhaupt für möglich halten, eine Gränze zwischen Thieren und Pflanzen zu ziehen und überall sagen zu können, Dieses ist ein Thier, Jenes aber eine Pflanze, so werden für die Infusoria ciliata, namentlich die mit einem Munde ausgerüsteten Stomatoda, starke Motive sein, dass sie den Thieren zufallen, während wir für Amoeben und dergleichen weniger Grund zu einer so bestimmten Aussage haben. Es wird also ihre Auffassung, ob sie einzellig oder komplex seien, insofern besonders wichtig, als, wenn Jenes richtig ist, wir auch von sicheren Thieren einen Theil mit dem Minimum von Organisation fänden.

Damit wäre der Anfang eines logischen Systems auf Organisation gegeben: hier nur ein Bildungselement, dort mehrere. Gerade dadurch, dass in den Infusorien der Plasmaleib nicht in Zellen getheilt ist, oder diese in ihm wieder zusammengeflossen sind, oder wenigstens wir die Gliederung nicht bemerken, sie auch mindestens eine wenig wirksame ist, mag es sich erklären, dass diese Wesen in mehr einheitlichen Impulsen eine lebhaftere Beweglichkeit und Gestaltsveränderung haben, als deutlich vielzellige niedere Organismen, in welchen aber die Differenzirung der Gewebe und Organe keine Fortschritte macht, wie Zygosporeen, z. B. Volvox, obwohl unter diesen de Bary ja auch die Myxomyceten für Thiere angesehen hat. Es wäre das vielleicht ein Wink, alle jene Beweglichkeit nur auf die mangelnde Bestimmtheit der Zellgliederung zu schieben und ihr einen ganz anderen, viel geringeren, Werth beizulegen, als derjenigen, welche auf besonderen Geweben in Differenzirung, beruht, deshalb auch für jene Infusorien in dieser Be-

weglichkeit keinen starken Beweis thierischer Natur zu sehen, die höhere Gewebsdifferenzirung als Kriterium aufzustellen und sie mangels solcher gar nicht als Thiere anzusehen. Das würde die Abgränzung und Eintheilung der Thiere allerdings sehr erleichtern, aber die Gemeinsamkeit der zu betrachtenden Punkte für die organische Natur im Ganzen macht es kaum nützlich, sich dabei zu beruhigen.

Jene angeblich einzelligen Organismen sind übrigens einer Gewebsdifferenzirung theilhaftig. Ein Muskelband im Stiel, ein Muskelring um den Mund funktioniren bei den Vortizellen ganz anders als die zentrale, verdauende, produzirende Masse. Ebenso ist der Sarkodekörper der Radiolarien durch differente Bildungen, die Zentralkapsel, welche intrakapsulare Sarkode von extrakapsularer trennt, eventuell die Binnenblase, die Nester gelber Körper in der Peripherie ausgezeichnet. Nach Kleinenberg kann innerhalb einer Zelle bei zusammengesetzten, nämlich bei Hydra, eine so starke funktionelle Differenzirung eintreten, wie sie sonst durch verschiedenartige Zellen oder Gewebe aus Zellen zu Stande zu kommen pflegt. Das schliesst sich daran, dass man die aus dem Plasma abgeschiedenen Theile, wenn sie anhängen, als Theile des Leibes und im weiteren Sinne als funktionirende Gewebe ansehen muss, also eine Cellulosehülle auswendig oder eine Schwammnadel inwendig, oder einen Griffel eines Infusoriums, auch am Ende ein Wimperhaar und einen Kern. Gewebsdifferenzirung in diesem weiteren Sinne wäre demnach nicht abhängig von Gegenwart der Vielzelligkeit, eine einzelne Plastide könnte verschiedene Gewebe vertreten, thäte es sogar eigentlich immer, sobald sie auch nur einen Kern hat. Die Eintheilung hätte also im Kreise der Organismen, in welchen eine Mehrzelligkeit nicht steckt, sehr verschiedene Organisationsstufen zu suchen, und darf diese Verschiedenheit an einer Zelle oder an einem Plasmaleibe als gewichtiger betrachtet werden, als die Vielzelligkeit an sich gegenüber der Einzelligkeit.

Wenn uns so durch etwaige einfache Vermehrung der Zellen zu bleibendem Zusammenhang eine wesentlich höhere Thiergruppe nicht erwächst, vielmehr, wo solche vorkommt, sie sich entweder nur als Vermehrungsmodalität oder Vergesellschaftung, welche von einer Vermehrung zu im Zusammenhang Bleibenden kaum zu sondern ist, wie bei Polythalamien oder bei den Cystophrys von Archer und den Labyrinthuleen Cienkowski's, Amoebengemeinden nach Häckel, oder als Entwicklungsphase darstellt, aus welcher entweder eine höhere Form oder die Homogenität der Substanz wieder hervorgeht, so würde die nächste Stufe erst damit gebildet werden, dass Summen von Zellen oder eigentliche Gewebslagen eine differente Bedeutung zeigen. Da stossen wir auf die oben geschilderte Bildung eines inneren Blattes, im Gegensatz zu einem äusseren, und diese hochwichtige Differenzirung wurde hergestellt auf anscheinend verschiedenen Wegen. Wenn weitere Untersuchungen nicht sichern, dass diese Verschiedenheiten

nur scheinbare sind, etwa in der Art, wie wir das oben zu konstruiren versucht haben, dass vielmehr Verdauungshöhlen, wie durch Invagination, so auch durch wirklichen Durchbruch gebildet werden können*), so hätte die Verbindung aller Thiere, welche einen Darm haben, als Metazoa, wenigstens in der Entwicklungsgeschichte, keinen tiefen Grund. Wir sind aber der Meinung, dass jene Modalitäten alle aus der Invagination abzuleiten sind, und können uns deshalb der Aufstellung der Metazoa, Häckel, in diesem Sinne anschliessen.

Auf das Reich der Protisten, als Zwischenreich, sind wir theils schon eingegangen, theils kommen wir darauf im vierten Buche zurück; Häckel selbst scheint mit der Aufstellung der Protozoa als erster Hauptabtheilung des Thierreichs das Zwischenreich als solches preiszugeben. Unter diesen haben die mundtragenden Infusorien, wenn auch keine deutlichen Zelllager, doch die Hohlraumbildung, welche bis zu einem gewissen Grade der Urdarmbildung sich nähert.

So lange es nicht sicher ist, dass die Verdauungshöhle gleichartig entsteht, da ferner eine Hohlraumbildung geschieht ohne deutliche Zellhäufung, Keimhautbildung und Keimblattdifferenzirung, so ist ebensowenig der gemeinschaftliche Ursprung der Metazoa von einer Grundform als die von den Protozoa gesonderte Ableitung erwiesen, also die Gastraeatheorie Häckel's, welche zur Betrachtung der Entwicklungsgeschichte sehr nützlich, doch nicht deren fertig gestellter Abschluss ist. Die einstige Existenz der Gastraeastammmutter ist nur ein metabolischer Ausdruck. Real hat ein Einwand gegen dessen Gebrauch die Bedeutung, dass es noch nicht sicher sei, ob nicht z. B. die Vortizellen geeigneter Weise in eine nähere Verbindung mit höheren Thieren gebracht werden können. Ob aber, wie Häckel sagt, das Ei Jahrtausende selbstständig als einfachster Organismus lebte und sich in der laurentischen Urzeit in den vielzelligen Maulbeerdotter, die Morula, sodann diese, also doch erst in nachlaurentischer Zeit, zur Blastosphaera wandelte und als gewimperte Planula umherschwamm, darüber Behauptungen aufzustellen möchte wohl ebenso überflüssig sein, als Untersuchungen anzustellen unmöglich. Wenn alle diese Sätze mnemotechnische Bedeutung haben, wenn dasjenige, was am Einzelnen geschieht, in der begrifflichen Gegensetzung klarer wird, dadurch, dass nicht nur die von neben einander Lebenden er-

*) In derselben Stunde, in welcher ich diesen Bogen zur Korrektur erhalte, empfange ich Oscar Schmidt's Aufsatz „zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien". Wenngleich hiernach die Verallgemeinerung Metschnikoffs für den Schwund des Ectoderms und Entblössung des Endoderms auf alle Schwämme nicht zulässig erscheint und die Frage über Bildung des Endoderms durch Invagination eine Förderung nicht erfuhr, so wird doch ganz bestimmt die Zweischichtigkeit der wimpernden Larve, die Existenz eines Endoderms um einen geschlossenen Hohlraum, welcher später zum Magen aufbreche, die Gastrulaform Häckel's geleugnet.

reichten Phasen verglichen werden, sondern auch Untergegangenes, so wirkt doch diese Umschreibung der Ontogenese in eine Phylogenese mit der Begründung nur darauf, dass wir es uns nicht anders vorstellen können, verwirrend und präjudizirlich. Wenn etwas das Einfachste zu sein scheint, so wird es nach der Lehre der Komposition des Organischen aus dem Anorganischen das Aeltere, die Stammform, genannt. Für die weitere Ableitung ist gar Vieles willkührlich, um so mehr, da in der Entwicklungsgeschichte die häufige Verschiebung des Bedeutungsvolleren an eine andere Stelle die Festigkeit der Gesichtspunkte stört. So ist es z. B. willkürlich zu sagen, die Bandwürmer, Cestoden, welche innere Hohlräume in Form des verästelten, sogenannten Wassergefässsystems besitzen, aber um so sicherer damit nichts der Verdauungshöhle Entsprechendes, weil die Trematoden Beides neben einander zeigen, seien durch stärkere Anpassung an parasitisches Leben aus den Strudelwürmern durch Trematoden in Verkümmerung der Verdauungshöhle hervorgegangen. Wenn sonst das Einfachere das Aeltere ist, warum hier nicht. Warum könnte man nicht ebenso gut sagen, die Bandwürmer seien auf so niedrigem Stande geblieben, dass sie sich nur noch parasitisch halten könnten? Warum sollte man nicht auch dem Echeneibothrium, welches hübsche karminrothe Streifen am Hals hat, statt des jetzigen traurigen Daseins im Haifischdarm eine muntere, ektoparasitische, vagirende Zukunft prophezeien? Man sieht, wie sehr sich diese Fragen im Zustand der Studien befinden und wie wenig ernstlich manche stark betonte Behauptungen genommen werden dürfen. Man muss deshalb den phylogenetischen Ausdruck überall vorsichtig aufnehmen. Die Grundlagen des Systems zunächst an die Entwicklung aus dem Ei anzulehnen, hat deshalb so viel für sich, weil dann ganz von selbst die einfachsten Ausgangspunkte der Betrachtung sich ergeben und man weiter Führung erhält durch das, was der Embryo an Geweben und Organen an sich ausbildet, wie weit er es damit bringt. In diesem Sinne wollen wir die vierzig Klassen von Häckel sammt den übergeordneten Phylen aufführen, indem wir den Inhalt kurz so zu erläutern uns bemühen, wie es uns selbst zweckmässig scheint. Wir wiederholen dabei, dass wir das Dogma, die besondere Ontogenese sei nothwendig die Repetition der Phylogenese, nicht anerkennen und deshalb die Ontogenese nicht als Beweis der Phylogenese annehmen können. Manches, was sonst noch die Schätzung einiger Eintheilungsmotive, welche von Häckel angewandt worden sind, verringert, ist schon erwähnt worden. Nur für das Coelom möchten wir noch betonen, dass seine Gegenwart, sich beziehend auf die Sonderung der Bewegungen der dem Ektoderm und der dem Endoderm zugetheilten Muskellager und damit bedingend neue Einrichtungen für die Ernährung der äusseren Lagen, für die weitere Organisation allerdings sehr bedeutsam sein muss, der Grad seiner Deutlichkeit jedoch nach der Weise der Entstehung und den Zwi

schenstufen, welche durch Erhaltung der Verbindungen zwischen Darmwand und Hautschlauch gegeben sind, prinzipiell einen hohen Werth für die Eintheilung nicht hat.

Erstes Unterreich, mit dem einzigen Stamm (Phylon, Typus) der A. Urthiere.

Charakter des Reichs gleich dem des einzigen Phylon:

Ohne Zellkomplexe, ohne Darm, ohne Keimblätter, ohne eigentliche Gewebe.

I Stammast (Hauptklasse): Eithiere: Ovularia, welche nicht über den Zustand der Eizelle oder des durch Schwund des Keimbläschens aus dieser hervorgegangenen Eiplasmakörpers, der Eicytode, Monerula, hinauskommen.

Klasse 1. Moneren, Monera. Permanente Cytoden mit Ernährung, Wachsthum, Empfindung (?), Bewegung: Protamoeba mit stumpfen, Protomyxa, Myxastrum mit feinen Fortsätzen, Bathybius.

Klasse 2. Amoeben, Amoebina. Permanente gekernte Plastiden, Gymnocyta; müssen hiernach Foraminiferen und Radiolarien mit aufnehmen.

Klasse 3. Gregarinen, Gregarinae. Mit Kern und Hülle, Lepocyta; oft nach Theilung im Zusammenhang bleibend, Fortpflanzung durch schiffchenförmige Pseudonavizellen oder nierenähnliche Körper, aus welchen Amöboide frei werden.

II Stammast: Infusionsthiere, Infusoria. Bilden Organe aus, welche über das der Eizelle oder auch dem nur in einen Zellhaufen umgewandelten Dotter Zukommende hinausgehen.

Klasse 4. Sauginfusorien, Acinetae. Mit ständigen, trägen Fortsätzen.

Klasse 5. Wimperinfusorien, Ciliatae. Mit ständigen, leicht beweglichen Wimperhaaren.

Zweites Unterreich: Darmthiere, Metazoa.

Stamm B. Pflanzenthiere, Zoophyta. Bilden einen Hohlraum für die Verdauung und differenziren damit eine äussere und innere Zelllage, Coelenterata Leuckart, wobei aber die Schwämme nicht immer einbegriffen waren.

III Stammast: Schwammthiere, Spongiae. Der Hohlraum kann sich zu Taschen und Kanälen, welche die Oberfläche mit Poren durchsetzen, entwickeln. Ein Zwischenlager, mittleres Blatt, mit besonderen Geweben für Empfindung und Bewegung fehlt. Wenn die Behauptung Eimer's auf Irrthum beruht, ohne Nesselorgane.

Klasse 6. Gastraeaden, Gastraeada. Nur ideal, von Häckel um

des Stammbaums Willen aufgestellt. Würden frei schwimmend bleiben, könnten der Wandporen entbehren.

Klasse 7. Schwämme, Porifera. Angeklebt; Poren in der Wand (Prosycum ohne Poren).

IV Stammast: Nesselthiere, Acalephae. Intermediäres Gewebe mit gallertigem oder fibrillärem Bindegewebe und meist mit deutlichen Muskeln. Bei Hydra wäre dieses nach Kleinenberg nur eine Dependenz des Ektoderm, keine besondere Lage. Nesselorgane.

Klasse 8. Korallen, Corallia. Mit Magensack, Mesenterialscheidewänden und dazwischen Magentaschen, sessil, ohne schwimmende medusoide Generation.

Klasse 9. Schirmquallen, Hydromedusae, ohne Magensack, die Verdauungshöhle nicht mit Taschen, aber bei den Schwimmenden Gefässe im Schirm; theils sessil, theils schwimmend, theils beides in Digenese.

Klasse 10. Kammquallen, Ctenophora, mit Magenrohr, aussen 4 oder 8 Reihen von Wimperplatten.

Stamm C. Wurmthiere, Vermes. Verdauungshöhle wie oben, falls sie nicht verkümmert; bilaterale Grundform. Die Sonderung nach Gegenwart des Coelom reisst nahe Verwandte auseinander und ist nicht nützlich. Um des Stammbaums Willen musste das aber durchgeführt werden.

V Stammast: Dichtwürmer, Acoelomi, mit vier sekundären Keimblättern, also mit äusserem und innerem Muskelblatt und darauf beruhender höherer Organisation, aber ohne Leibeshöhle und Gefässsystem.

Klasse 11. Urwürmer, Archelminthes. Nur ideal, als Durchgangspunkt; Ahnen, für den Menschen aufgestellt, um die Symmetrie zu gewinnen. Freikriechend, wimpernd, aus der monaxonen, diplopolen Gastrula stauroxon (kreuzachsig), dipleur geworden.

Klasse 12. Plattwürmer, Plathelminthes. Zunächst als richtige Entwicklung der vorigen die Strudelwürmer Turbellaria rhabdocoela und dendrocoela enthaltend, wodurch die Turbellaria rhynchocoela abgelöst werden; daneben als rückgebildete Parasiten Trematoda und Cestoda; Nerven-Doppelganglion.

VI Stammast: Blutwürmer, Coelomati, mit Leibeshöhle und meist mit Gefässsystem.

Klasse 13. Rundwürmer, Nemathelminthes. Ohne Wimpern, Blutgefässe und Athemorgane. Darunter die Acanthocephali oder Echinorhynchen ohne funktionirenden Darm. Diese und die, wie es scheint, hierher gestellte Sagitta könnten je eine besondere Klasse bilden. Schlundring oder Doppelganglion, die Längsnervenstämme hinten wohl wieder zusammentretend.

Klasse 14. Rüsselwürmer, Rhynchocoela. Blutgefässsystem mit zwei Seitenstämmen; Wimperrinnen; keine Athemorgane; Gliederung durch Wiederholung von Magentaschen und Geschlechtsorganen. Vom Darm geson-

derter Rüssel; Doppelganglion, Längsnervenstämme an den Seiten, auch Ganglien.

Klasse 15. Eichelwürmer, Enteropneusta (Gegenbaur: Enteropneusti). Nur mit Balanoglossus. Gestreckt, gewimpert, Rüssel an der Spitze und an der Basis, über dem Munde, mit Oeffnung, dann ein stempelartiger Kragen und der Mund. Der Munddarm kommunizirt durch Spalten mit einer Kiemenkammer, innen flimmernd, mit zwei Reihen Seitenporen geöffnet und von Chitinplatten gestützt; Blutgefässe reich, After hinten.

Klasse 16. Mantelthiere, Tunicata. Kiemen in Form eines Korbes, einer Wand oder eines Bandes. Mantel mit zelluloseartiger Interzellularsubstanz. Eingeweide meist gerollt, Nucleus; Blutgefässe mit Herz; einfaches Hirnganglion. Larven wegen des Schwanzes gewissen Trematodenlarven verglichen, den Cerkarien, aber mit chorda-ähnlichem Strang und später verschwindender Gliederung in Nerven und Muskeln am Schwimmschwanz. Später einfaches Ganglion.

Klasse 17. Moosthiere, Bryozoa. Wimpernde Tentakel auf einem Traglappen dienen der Athmung und Nahrungszufuhr. Eingeweide denen der vorigen ähnlich durch Umkehr des Darms, aber Organe einfacher. Ein Hirnganglion wohl auch mit Schlundring, keine Blutgefässe. Bleibende Büchsen aus chitinigen oder kalkigen Oberhautabscheidungen.

Klasse 18. Räderthiere, Rotatoria. Einstülpbarer Wimperapparat. Rad (bei Apsilus geschwunden) oder Arme, oft beweglich abgegliederter fussartiger Hinterleib, keine Blutgefässe. Zweilappiges Hirnganglion. Kauplatten, abhäutbare Chitindecke.

Klasse 19. Sternwürmer, Gephyrea. Rüssel mit Mund am Ende oder an der Basis; theils mit einigen Borsten bewaffnet; Gliederung sehr undeutlich oder fehlend, Nervenschlundring mit Bauchstrang, meist ohne deutliche Ganglienanschwellungen. Gefässsystem wahrscheinlich mit der Leibeshöhle kommunizirend.

Klasse 20. Ringelwürmer, Annelida. Segmentirter Leib, Schlundring, Bauchganglienkette; Blutgefässsystem bald mit der Leibeshöhle kommunizirend, bald von ihr gesondert, zuweilen mehr lokalisirte Herzanschwellungen. Hier sind also die Blutegel mit unterzubringen; die Uebrigen mit Borsten.

Stamm D. Weichthiere, Mollusca. Verdauungshöhle, Coelom, Herz. Blutgefässsystem meist unvollständig von der Leibeshöhle getrennt. Schlundring, Ganglien an bevorzugten Stellen, meist mindestens hinten noch eine Kommissur. Die Symmetrie der animalen Sphäre oft nicht behauptet wegen übermässiger Ausdehnung der vegetativen.

VII Stammast: Kopflose Acephala.

Klasse 21. Tascheln, Spirobranchia, Palliobranchiata, Brachi-

opoda. Symmetrisch mit vorderer (oberer) und hinterer (unterer) Schale, letztere meist grösser, einen Fuss durchlassend oder sonst der Befestigung dienend, neben dem Mund Spiralarme, theils afterlos; Mantel, aber keine Kiemen.

Klasse 22. Muscheln, Lamellibranchia. Weniger oder mehr von der Symmetrie abweichend, Schalen seitlich, gewimperte Mundlappen, Mantel, besondere Kiemenblätter, welche, wenn sie in die Zuleitungsröhre, Sipho, hineinziehen, dem Kiemenkorbe oder Bande der Tunikaten gleichen. Im Uebrigen vielmehr den Folgenden als den Vorausgehenden verwandt.

VIII Stammast: Kopfträger, Cephalophora, Eucephala, Häckel. Fast ausnahmslos mit Zungenreibeplatte: Radula.

Klasse 23. Schnecken, Cochlides. Kopf nur mit Fühlern, Bauchseite mit verschiedenartigen Einrichtungen zum Kriechen oder Schwimmen, meist in Gestalt eines „Fusses“.

Klasse 24. Kracken, Cephalopoda. Kopf mit Fangarmen, statt des Fusses ein Apparat zum Leiten ausgestossenen Wassers, Sipho.

Stamm E. Sternthiere, Echinoderma. Etwaige Symmetrie der Larven macht später radiärer Anordnung Platz. Verdauungshöhle und Coelom. Verkalkungen in der Haut, Blutgefässsystem, zuweilen Kiemen, Wassergefässsystem mit irrigirbaren Ambulakralfüsschen und Tentakeln; Schlundring.

IX Stammast: Gliederarmige, Colobrachia.

Klasse 25. Seesterne, Asterida. Flach; Ambulakralfüsse nur auf Radien der oralen Seite; auf der Rückenseite, dem ausgedehnten Antambulacrum, höchstens Kiemen; meist in Arme ausgezogen.

Klasse 26. Seelilien, Crinoidea. Becherförmig, jung oder bleibend aufsitzend, Ambulakralorgane auf den Radien des Kelchs und der Arme auf der oralen Seite. Nur wenige überlebend.

X Stammast: Armlose, Lipobrachia.

Klasse 27. Seeigel, Echinida. Kuglig, eiförmig, herzförmig, selten schildförmig, ohne Arme, Kalkplatten zu einem Skelet verbunden; bewegliche Stacheln, Stäbe, Kalkhaare. In Uebereinstimmung mit der Gesammtgestalt kann sich die bei den regulären bis in die nächste Nähe des Afters unter grösster Beschränkung der antambulakralen Zone gleichmässig fortgesetzte Ausbildung der Ambulakralfüsse für Rücken und Bauch oder für die einzelnen Radien mehr ungleich und antithetisch verhalten.

Klasse 28. Seegurken, Holothuria. Wurmförmig ausgezogen, die Arme ersetzt durch grössere Mundtentakel; Kalkplatten nicht fest verbunden, zuweilen sehr zerstreut, dadurch dic Haut lederartig. Durch ähnliche Differenzirung wie bei den vorigen kann eine Bauchseite gebildet werden.

Stamm F. Gliederthiere, Arthropoda. Verdauungshöhle und

Coelom. Selten die Symmetrie im Alter, sonst nur an wenig auffallenden Theilen, zum Ineinandergreifen, aufgegeben; Schlundring, Ganglienkette; letztere selten zusammengeschoben; Rumpf und Glieder gegliedert, von letzteren ein Theil Mundwerkzeuge; meist ein Herz. Die Eintheilung nach Athemorganen lässt mangels solcher bei Kleinen im Stich.

XI Stammast: Kiemenkerfe, Carides, Athmen mit äusseren Anhängen, in welchen das Blut sich bewegt.

Klasse 29. Krebsthiere, Crustacea, meist mit zwei Paar Fühlfäden.

XII Stammast: Tracheenkerfe, Tracheata. Athmen mit röhrigen oder sackförmigen Einstülpungen oder abgeschlossenen Röhrensystemen, in welchen die Gase sich bewegen.

Klasse 30. Spinnen, Arachnida. Ohne deutlich gesonderten Kopf und Fühlfäden (das erste Gliedmassenpaar verstehen wir durchaus als Oberkiefer); vier thorakale Fusspaare.

Klasse 31. Tausendfüsse, Myriapoda. Kopf und Fühler; Brust durch die Versorgung auch des Hinterleibs mit Füssen wenig deutlich.

Klasse 32. Insekten, Insecta. Kopf und Fühler; Brust und Hinterleib der Erwachsenen deutlich gesondert, jene mit drei Fusspaaren.

Stamm G. Wirbelthiere, Vertebrata. Verdauungshöhle, Coelom, Symmetrie; Rückenmark; Chorda bleibt erhalten oder wird durch ein knorpliges oder knöchernes gegliedertes Achsenskelet verdrängt und ersetzt. Gefässsystem abgeschlossen mit Herz.

XIII Stammast: Schädellose, Acrania. Kein Schädel, keine Wirbelanlagen; ohne rothe Blutkörper.

Klasse 33. Röhrherzen, Leptocardia. Arterieller Herztheil nicht zentrirt, zahlreiche Kiemenspalten.

XIV Stammast: Unpaarnasen, Monorhinae, Schädel ohne Verlängerung des basalen Knorpels nach vorn, so dass die Nasengrube ungetheilt bleibt; Spuren von Wirbelanlagen.

Klasse 34. Rundmäuler, Cyclostoma. Herz zentrirt, höchstens 7 Kiemenspalten.

XV Stammast: Amnionlose, Anamnia. Paarnasen durch Ausziehung eines basalen Schädelbalkens. Chorda in verschiedenem Grade durch Wirbelanlagen verdrängt. Herz zentrirt, kein Amnios, keine Allantoisentwicklung über die Bauchhöhle hinaus. Keine Oberhautschuppen. Wechselwarm, poikilotherm; wenigstens embryonal Kiemen (vielleicht mit Ausnahme einiger Caeciliodea).

Klasse 35. Fische, Pisces. Kiemenathmung mit höchstens 7 Spalten. Gewöhnlich Hautschuppen von unvollkommener Knochensubstanz. Einige ohne rothe Blutkörperchen (Leptocephaliden).

Klasse 36. Lurchfische, Dipneusta. Kiemen, aber auch Lungen mit besonderem Kreislauf. Hautschuppen und Flossen.

Klasse 37. Lurche, Amphibia. Kiemen meist bei Erwachsenen schwindend, Lungen; nur ausnahmsweise (Caeciliodea) sehr kleine Hautschuppen, keine Flossen.

XIV Stammast: Amnionthiere, Amniota, Paarnasen. Stets vollkommen abgegränzte Wirbelkörper; zentrirtes Herz mit verschiedengradiger Sonderung der Vorkammern und Kammern; Amnios und eine über die Bauchhöhle hinaustretende Allantois. Theils poikilotherm, theils gleichmässig warmblütig, homöotherm. Athmen nur mit Lungen, auch embryonal keine Kiemen.

Klasse 38. Schleicher, Reptilia. Oberhautschuppen, selten verkümmert (Trionychiden, Chamaeleoniden, Ascalaboten, Acrochordiden), zuweilen Hautknochenschuppen oder Knochenplatten. Unvollkommene Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufs, dadurch poikilotherm. Ausser dem links entspringenden hauptsächlichen rechten Aortenbogen ein rechts entspringender linker, mindestens für die Art. coeliaca, meist doch wenigstens nachher in Kommunikation mit dem rechten. Legen Eier oder gebären lebend. Zähne oder nicht.

Klasse 39. Vögel, Aves. Federn, an besonderen Stellen Schuppen, Schilder und Hornscheiden. Vollkommene Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufs; homöotherm. Links entspringender Aortenbogen steigt rechts hinab. Legen Eier. Nie Zähne.

Klasse 40. Säuger, Mammalia. Wenigstens embryonal Haare und gewöhnlich Zähne. Vollkommene Sonderung des grossen und kleinen Kreislaufs; homöotherm. Links entspringender Aortenbogen steigt links hinab. Gebären lebende Junge, säugen sie mit Milchdrüsen.

Auch Agassiz hatte die Fische schon in mehrere Klassen getheilt; den Motiven von Milne Edwards und Owen tragen die Hauptklassen von Häckel Rechenschaft, nicht aber der Zusammenordnung der Vögel und Reptile als Sauropsides nach Huxley.

Die Vortheile der phylogenetischen Grundlagen für das System scheinen uns, Angesichts des Häckel'schen Systems, bis dahin weder bedeutende, noch sehr sichere gewesen zu sein.

Claus*) stellt die gleichen sieben Typen wie Häckel auf, aber in einer anderen Folge, mit etwas anderer Vertheilung des Inhalts und mit nur dreissig Klassen, im Ganzen gewiss nicht weniger gut.

Typus.	Klasse.
I. Protozoa:	1. Rhizopoda.
	2. Infusoria.

*) Nach der zweiten sehr bereicherten Ausgabe seines Lehrbuchs. Von der dritten erschien bis dahin erst eine Lieferung.

II.	Coelenterata:	3. Spongiae.
		4. Anthozoa.
		5. Hydromedusae.
		6. Ctenophora.
III.	Echinodermata:	7. Crinoidea.
		8. Asteroidea.
		9. Echinoidea.
		10. Holothurioidea.
IV.	Vermes:	11. Platyelminthes.
		12. Nemathelminthes.
		13. Bryozoa.
		14. Rotatoria.
		15. Gephyrei.
		16. Annelides.
V.	Arthropoda:	17. Crustacea.
		18. Arachnoidea.
		19. Myriapoda.
		20. Hexapoda (Insecta).
VI.	Mollusca:	21. Tunicata.
		22. Brachiopoda.
		23. Lamellibranchiata.
		24. Gastropoda.
		25. Cephalopoda.
VII.	Vertebrata:	26. Pisces.
		27. Amphibia.
		28. Reptilia.
		29. Aves.
		30. Mammalia.

Dabei legt Claus, wie es scheint, keinen grossen Werth darauf, die Bryozoa zu den Vermes, statt zu den Mollusca zu stellen, bei welchen er die Tunicata belässt.

Uns selbst ist es immer dienlich erschienen, die Räderthiere, welche doch mit den Anneliden wenig Beziehung haben, als eine kümmerliche Krustazeengruppe anzusehen; die Bryozoen oder Polyzoen, welche auch von den englischen Autoren, namentlich Huxley, Allman, Ray, Lankester*) als

*) Ray Lankester trennt allerdings die Bryozoen von den Tunikaten, aber er lässt sie bei den Mollusken. „Wenn die Mollusken doch von den Würmern abgeleitet werden, warum sollen dann degradirte Mollusken auf die Fundamentalgruppe zurückgeführt werden." Die Vermittlung zwischen dem Fuss der Mollusken und dem Epistom der Süsswasserbryozoen bilde der Fuss oder Mundschild der von Sars gefundenen neuen Form Rhabdopleura. Niedere Organismen seien keineswegs nothwendig Vorfahren, auch nicht nothwendig Amphioxus und Ascidien.

Verwandte der Tunikaten angesehen werden, zugleich als einen Schlüssel für Brachiopoden bei den Mollusken oder doch Molluskoiden unter den Malacozoa zu belassen. Ein vorübergehender Larvenstand wird am Ende an sich nicht wichtiger sein, als eine definitive Form, und so dürfte auch die Stellung der Brachiopoda noch nicht endgültig entschieden sein. Der zu früh verstorbene, ausgezeichnete Genfer Zoologe Claparède hat auch die Tunikaten als Mollusken belassen. Niemand kannte vielleicht die Würmer besser als er. Die Begriffe Muscheln, Würmer, Krebse müssen, wenn sie auf dieser Gränze angewendet werden sollen, jeder von so vielem, für einen grossen Haufen Passenden, entkleidet werden, dass man nicht mehr weiss, welchem Ueberrest man den Vorzug geben soll. Am unvortheilhaftesten erscheint es uns, wenn man, statt aus der sauberen Gruppe der Anneliden die Vortheile für die Systematik zu ziehen, welche ihre nahe Verwandtschaft mit den Arthropoda gestatten würde, etwa in Aufstellung der Gruppe der Articulata, diese Klasse mit einer höchst bunten und unzusammenhängenden Masse zu einem Typus der Vermes amalgamirt, welcher dann kein Typus ist. Wenn man den Anneliden die Gephyrei durch die Regenwürmer vermittelt anschliesst, die Rotatorien und Bryozoen, wie oben gemeint, unterbringt, dann könnten vielleicht die übrigen sogenannten Würmer, nach Perty und Claus, als Helminthes zusammenbleiben, während allerdings das von Häckel weiter Aufgenommene wohl eine gewisse Verwandtschaft zu den Mollusken im Nervensystem theilte, aber immer in sich sehr verschieden bliebe. Wir würden selbst lieber die Abtheilung der Mollusken, vorzüglich mit Rücksicht auf das Gemeinsame der Beschränkung der Gliederung, absonderlich im Nervensystem, erweitert sehen, als einen so bunten Typus der Würmer annehmen. Glaubt man wirklich aus der Chorda der Aszidienlarven, dem Kiemenkorbe des Balanoglossus, und Anderem den niedersten Wirbelthierbau konstruiren und deshalb stammgeschichtlich ableiten zu können, so würde das um so eher dazu Anlass geben, die Tunikaten bei den Mollusken zu belassen und nicht zu den Würmern zu stellen. Sind es doch die kopftragenden Mollusken, welche durch Knorpelbildung histologisch, durch das grosse Gehirn und das vollkommene Auge der Cephalopoden und vieles Andere organologisch den Wirbelthieren am nächsten kommen. Die Phylogenese selbst wird jenen Wurmtypus nicht ertragen können. Das Einzelne wird noch bei der Betrachtung der Organisation zu besprechen sein.

Die Gränze zwischen Thieren und Pflanzen.

Nach dem Vorausgesagten haben die aus Plastiden verschiedener Beschaffenheit und deren Produkten hergestellten organischen Körper alle die Eigenschaft, sich eine Zeit lang unter gegebenen Umständen zu ernähren, zu wachsen, zum Theil mit Veränderungen, Entwicklungen, und sich fortzupflanzen, in allem Diesen einer Gestaltungsgesetzlichkeit zu folgen, welche man mit einiger Indulgenz als Artbeständigkeit ausdrücken kann.

Das gemeine Leben scheidet diese Körper in Thiere und Pflanzen. Es ist damit nicht gesichert, dass es dienlich sei, auch wissenschaftlich diese Unterscheidung zu machen, und möglich sei, eine hinlänglich feste Charakteristik der beiden Reiche zu geben. Die Gränzen sind keineswegs überall gleich gezogen worden.

Die ältesten Schriftsteller, obwohl ohne Ahnung der Schwierigkeiten, welche sich jener Zweitheilung später entgegenstellten, haben sich doch schon durch mehr Aeusserliches bestimmen lassen, wie zwischen Belebtem und Unbelebtem, so zwischen Pflanzen und Thieren Wesen gemischter Natur aufzustellen. Damit haben sie die analytische Behandlung der Frage eingeleitet und die Begriffstellung wenigstens über das Aeusserlichste erhoben.

Aristoteles sagte: „Die Natur geht Schritt für Schritt von dem Unbeseelten zu den Thieren, so dass Gränze und Zugehörigkeit der Vermittelnden sich uns entzieht. Auf die Unbeseelten folgt als erstes das Reich, γένος, der Pflanzen, in sich im verschiedensten Grade das Leben zeigend; im Ganzen zwar im Vergleich mit dem Sonstigen fast wie belebt, mit den Thieren verglichen aber unbeseelt. Von ihnen ist der Uebergang zu den Thieren ein zusammenhängender; es giebt Dinge im Meere, über welche man schwer entscheiden könnte, ob sie eher Thier oder Pflanze seien." Dann folgt die Einzeluntersuchung solcher Wesen auf Pflanzenähnlichkeit. Diese wird gefunden in der Unfreiheit für Bewegung durch Angewachsensein, durch Unbeweglichkeit im Orte oder doch Gebundensein an einen bestimmten Platz für das Gedeihen. Dadurch sind zunächst viele Weichthiere in ihrer thierischen Natur abgeschwächt, Steckmuscheln, welche angewachsen sind, Messerscheidemuscheln, welche das Ausziehn aus dem Schlamm nicht ertragen. „So gleicht gegenüber den ortwechselnden Thieren die ganze Gruppe der Schalthiere den Pflanzen."

Grade diese letzte Aeusserung spricht am bestimmtesten dafür, dass es Aristoteles hierbei weniger darum ging, im Einzelnen Thiere und Pflanzen auszulesen oder Wesen, welche er, wie die Schalthiere, doch mit einem unbestrittenen Platz in der Thiergeschichte führte, wegen solcher Eigenschaften zu den Pflanzen zu setzen, als vielmehr die Eigenschaften zu klassifiziren, die einen als thierische, die anderen als pflanzliche darzustellen

In diesem Sinne handelt es sich nach der Bewegung auch um die Empfindung. „Gefühl zeigt ein Theil von ihnen gar nicht, ein Theil ganz dunkel.“ An dritter Stelle steht die Körpersubstanz, das Gewebe. „Die Körpermasse einiger ist fleischig, so der Tethyen und der Seeanemonen; bei den Schwämmen aber gleicht sie ganz den Pflanzen.“ Zuletzt kommt das Ganze der physiologischen Leistung. „Immer erscheint stufenweise an dem einen nach dem andern mehr Thiereigenschaft, ζωή, und Bewegung. Dasselbe gilt für die Verrichtungen des Lebens, βίος. Die Arbeit der Pflanzen scheint allein zu sein, sich wieder zu erzeugen, was durch den Samen geschieht*), und so scheinen auch einige Thiere keine Thätigkeit als die der Zeugung zu haben. Diese Verrichtungen sind also Allen gemeinsam. Erst mit der Empfindung kommen die Verschiedenheiten für Paarung, Geburt, Brutpflege hinzu. Ein anderer Theil trifft die Ernährung, denn auf diese Beiden ist alles Trachten und Leben gerichtet.“ So können Thiere, wie Aristoteles es nennt „ἐπαμφοτερίζοντα**) φυτῷ καὶ ζώῳ“ auf verschiedene Beweggründe hin sein. Im Besondern hat Aristoteles die Frage erörtert in Beziehung auf Schwämme, welche abgelöst zu Grunde gehen, deren Gewebe ganz wie Pflanzenfaser ist, welche aber doch sich zusammenziehen; auf Seelungen, welche, obwohl sich selbst ablösend***), doch nicht viel anders seien und Empfindung nicht hätten, und auf Seenesseln, welche, obwohl sie einen Mund hätten, doch pflanzenähnlich seien, weil gewöhnlich angewachsen und ohne Exkremente. Mit Letzterem wird dann ein neues Unterscheidungsmoment gegeben.

Dass auch die Benennung ζωοφύτα bereits aus der Aristotelischen Schule stamme, hat, wie wir schon erwähnten, Leuckart in einer besonderen Schrift de zoophytorum et historia et dignitate systematica, nachgewiesen. Am deutlichsten ist das wohl dem Aristoteles nachgearbeitet bei Themistius im vierten Jahrhundert p. C.; Philoponos sagte 550 p. C.: „Vom Belebten ist das Eine φυτόν, das Andere ζώφυτον, das Dritte ζῷον.“

Plinius, obwohl auch er die Dreitheilung hatte, schien doch noch mehr geneigt, die thierische Natur jener Wesen hervorzuheben, als Aristoteles: „Equidem et his inesse sensum arbitror, quae neque animalium, neque fruticum, sed tertiam quandam ex utroque naturam habent, urticis dico et spongeis. Urticae noctu vagantur, noctuque mutant; carnosae frondis his natura et carne vescuntur, vis pruritu mordax eademque

*) Aristoteles hielt die Pflanzen für eingeschlechtig, das befruchtende Element fehle.

**) Dieses Wort braucht Aristoteles für verschiedene Unentschiedenheiten z. B. auch für amphibisches Luft- und Wasserleben. Es ist das Amphibische im weiteren Sinne.

***) Aristoteles schwächt das dadurch ab, dass auch Pflanzen auf anderen Pflanzen und vom Grunde gelöst leben könnten.

quae terrestri urticae, contrahit ergo se quam maxime rigens ac praenatante pisciculo frondem suam spargit conplectensque devorat. Alias marcenti similis et jactari se passa fluctu algae vice contactos piscium attrituque petrae scalpentis pruritum invadit. Eadem noctu pectines et echinos perquirit; cum admoveri sibi manum sentit, colorem mutat et contrahitur; tacta uredinem mittit, paullumque si fuit intervallum absconditur. Ora ei in radice esse traduntur, excrementa per summa tenui fistula reddi." So thut Plinius auch bei den Schwämmen nicht allein der Zusammenziehung Erwähnung wie Aristoteles, sondern auch ihrer Verdauungshöhlen, Röhren und Oeffnungen, mit der Meinung, dass die in ihnen gefundenen Muscheln gefressen seien, wie man ja die Seesterne als Muschelräuber schon damals kannte. Dagegen sagt er weiterhin: „Silicea testa inclusis fatendum est nullum esse sensum, ut ostreis. Multis eadem natura, quae fruticum, ut holothuriis, pulmonibus, stellis."

Es ist nicht am Platze, genauer zu verfolgen, wie mehr und mehr Formen unter die Zoophyten gebracht, wie diese von Linné unter die Würmer gestellt, von Pallas so gereinigt wurden, dass sie als Zusammenfassung baumähnlicher Thierstöcke standen, welche der alten Zoologie eigentlich ganz unbekannt oder doch von ihr gar nicht als Thiere angesehen und erst von den Regeneratoren allmählich beigebracht waren, wie die Empfindung und Bewegung an blumenähnlichen Theilen solcher, namentlich der Korallen, besonders von Peyssonel, nachgewiesen wurde, wie neben den Zoophyta gewisse stark kalkige Thierstöcke 1703 von Luidius den Namen Lithophyta und wie fossile Thierreste den der Zoolitha erhielten.

Es wird genügen, um die Zeit zu charakterisiren, einen Satz anzuführen, welchen um die Mitte des Jahrhunderts Réaumur bei Gelegenheit der Polypen schrieb: „Fontenelle sagte 1708 vom Botaniker Tournefort: „„Er scheint Alles, so viel als möglich, in das, was ihm am liebsten war, zu verwandeln. Sogar aus den gemeinsten Steinen (den Korallen) machte er Pflanzen."" Jussieu hatte eine ebenso grosse Neigung für die Pflanzen, nur war sie etwas anspruchsloser. Er trug kein Bedenken, dem Thierreich reichen Ersatz auf Unkosten des Pflanzenreichs zu geben. Da er viele pflanzenähnliche Produkte im Meere bemerkt hatte, sah er am Ende aller ihrer Knoten kleine Thierchen, wie die Federbuschpolypen des süssen Wassers herauskommen, und erkannte, dass viele dieser Meerprodukte, welche alle Botaniker für Pflanzen gehalten haben, nichts als Polypengehäuse wären." nach Réaumur „Nester von Insekten".

Pflanzennatur im strengeren Sinne blieb danach am ersten noch für die Schwämme in Frage, aber auch bei diesen für die Aeltern nur wegen der Fasern und der den Pilzen und Holzschwämmen ähnlichen Gestalt, denn, wenngleich die von Einzelnen auch dieser Gruppe zugeschriebenen polypenähnlichen Thierkörper sich nicht bewahrheiteten, so waren doch an

ihnen, anknüpfend selbst an Aristoteles, schon im sechszehnten Jahrhundert von Imperato, im Anfang des achtzehnten von Marsigli die Bewegungen, 1765 von Ellis und Solander die Wasserströme so deutlich nachgewiesen worden, dass über die physiologische Leistung kaum ein Zweifel bleiben konnte. Ich habe darüber in meiner geschichtlichen Einleitung zur Kenntniss der Schwämme ausführlich berichtet.

So nahm Linné, welcher anfänglich, dem Ray folgend, die Schwämme und manche andere Thierstöcke den kryptogamen Pflanzen eingereiht hatte, 1767 auch die Schwämme unter die Zoophyten, und hatte nun keinen Grund an der Sicherheit einer Theilung und Abgränzung nach Thierreich und Pflanzenreich zu zweifeln. Die Definition in der dreizehnten, Gmelin'schen, Ausgabe des Systems von 1788 lautet danach:

> Lapides corpora congesta, nec viva, nec sentientia;
> Vegetabilia corpora organisata et viva, non sentientia;
> Animalia corpora organisata et viva et sentientia, sponteque se moventia.

Die Benennung Zoophyten bezeichnete nicht eine Zwischenstufe, sie gab nur eine ziemlich oberflächliche Charakteristik durch den Vergleich.

Zweifel an der Möglichkeit einer scharfen Trennung entstanden, nachdem die Zoophyten als erledigt betrachtet werden durften, von zwei verschiedenen Reihen neuer Erfahrungen aus. Auf der einen Seite gaben die Untersuchungen an Pflanzen unerwartete Aufschlüsse und veränderten die Vorstellungen von der Pflanze sehr. Die Kenntniss ihrer Gewebe, ihrer Entwicklung, ihrer geschlechtlichen Beziehungen wurde erheblich genauer. Letztere dienten Linné als oberstes Mittel der Eintheilung. Saussure, Reichel, Treviranus, Link, Rudolfi fanden die Poren, Spiraltracheen, deren Bau an die Athemröhren der Insekten erinnerte, und einfachen Röhren, studirten deren Bedeutung für Athmung und Saftbewegung; Mirbel fand die Ernährung der Samen; Turpin gab dem von Nissole als für die Befruchtung wichtig erkannten Kanal den Namen Mikropyle; Gärtner und Jussieu beschrieben die Zusammensetzung der Samen aus keimenden und ernährenden Theilen, Germen und Perisperma oder Albumen; für die Kenntniss der letzten Elemente, der Zellen, wurde die Botanik die Führerin der Zoologie. Von besonderer Bedeutung war es, dass damals häufig sich das Ganze der biologischen Wissenschaften noch in denselben Männern vereinigt fand. So waren auch die gröberen eigenen Bewegungen der Pflanzen, das Wachsen zum Licht, die periodische Bewegung der Blättchen von Hedysarum gyrans, die plötzliche derer von Mimosa pudica, der Staubfäden der Nesseln, das Aufspringen der Kapseln von Balsaminen und der Schötchen von Impatiens noli me tangere bei Berührung, schon im vorigen Jahrhundert bekannt. Wie das die Naturphilosophen anwandten, sieht man am Besten aus Oken's Naturphilosophie: „Schon bei der Pflanze kommen in Blüthe

und Frucht, der Vollendung und Läuterung niederer Organe durch das Licht, erhöhte Lebensaktionen zur Form der Bewegung, welche von irdischen Momenten frei der Natur des Aethers folgt. Die Pflanze bringt es hier zu ihrer grössten Geistesoperation, zur Reizbarkeit, Staubfadenbewegung zur Narbe hin. Freie Pflanzenbewegung besteht nur in Fortsetzung dieser Ingestionsbewegungen nach Ablösung der Blüthe oder Frucht, die die männlichen Fäden behalten hat. Solche abgelöste, freibewegte Theile haben aber ihre Definition als Pflanze verloren, sie sind Thiere . . . . . Das Thierblässchen ist gewissermaassen eine empfindende (das reicht also über die Reizbarkeit der Pflanze hinaus) Blüthe, Geschlechtsblase, das Thier wächst auf einem Pflanzenleib und enthält vegetative und animale Organe." In diesen Sätzen gehen allerdings die Motive, der Zeit des Aussprechens, 1831, entsprechend, zum Theil über das oben Gesagte hinaus.

Da man gewiss Mimosen und Aehnliche nicht entfernt für Thiere ansah, so handelte es auch bei allem Diesem sich vielmehr um Zweifel an der Möglichkeit der Begriffsstellung, als um solche an der Theilbarkeit der Materie der organischen Welt nach zwei Kategorien. Die letzteren erwuchsen mehr von der anderen Stelle aus, von den Infusorien, an welchen, wie Ehrenberg es ausgedrückt hat, von der ersten Entdeckung an das mystisch Wundervolle, Abenteuerliche und Sonderbare der Formen, die Kleinheit und die physiologischen Eigenthümlichkeiten die Beobachter erregten. . . . .

Kurz nach dem Tode von Descartes, als die Gedanken erfüllt waren von der wiederbelebten Lehre des Demokrit von den Atomen, deren Wirbel das Leben darstellen sollte, fand Leeuwenhoek 1675, damals schon im Mikroskopiren erfahren, in einem Topfe stehenden Regenwassers die ersten Infusorien, Animalcula, wahrscheinlich Vorticella convallaria, Stylonychia mytilus, Leucophrys pyriformis, Trichodina grandinella, alle auch jetzt noch als Thiere angesehene Infusoria ciliata.

Dieser Befund erregte ungeheures Aufsehen. Diese Thiere wurden theils als Stützen der Atomistik verwandt, auch von Leibnitz und Wolff in ihre Systeme verwebt, theils als Ursachen der epidemischen Krankheiten, schon 1717 als Motiv für die Schädlichkeit der Sumpfluft von Lancisi, angesehen; theils stärkten sie, in Verbindung mit der Entdeckung der Spermatozoen, die Evolutionstheorie oder wandelten sie in eine pangenetische, dahin, dass Luft und Wasser voll zahlloser kleiner Thiere und Menschen seien. Linné erklärte die Spermatozoen für passiv bewegt, wollte erst von den Infusorien nichts wissen, um sie später enthusiastisch anzuerkennen. 1765 erklärte Otto von Münchhausen alle Pilze, Schimmel und Flechten für Polypenstöcke von Infusorien. 1767 führte Linné in seinem Chaos infusorium Pilze, Schimmel, Fäulniss, Hefe, Samenthierchen, syphilitischen Ansteckungsstoff, Ausschläge, Wechselfieber, Lufttrübung als wirk-

liche und vermuthliche Arten auf, jedes Einzelne von einem Vorgänger entnehmend. Ihm, wie O. F. Müller, schwebte dabei die Idee einer stufenweisen Vereinfachung der Organismen, und letzterem auch die Entstehung des Organischen aus Unorganischem vor. Die allmählich vermehrten Formen kamen bald zu den Würmern, bald zu den Zoophyten, bis Ehrenberg 1838 durch die ungemein fleissige und in vielen Beziehungen sehr geschickte Darstellung einen neuen Boden für ihre Behandlung gab, welche allerdings bald Resultate ergab, in den wesentlichsten Punkten von denen jenes Gelehrten sehr abweichend. Nachgewiesen wurde namentlich von ihm die allgemeine Verbreitung in Wasser, Luft, Erde, die ungeheuere Menge, die rasche Vermehrung in Selbsttheilung und Knospenbildung, die Paarung, gemessen die Bewegungsgeschwindigkeit, erfunden die Fütterung. Angenommen wurde sehr vollkommene Organisation, Zweifel wurden erhoben an der Entstehung auf anderem Wege, als durch Vorfahren, der Generatio spontanea oder primitiva. Die deutlichen Darstellungen gewährten auch einen Boden für die spätere Distinktion betreffs der Zugehörigkeit zum Pflanzen- oder Thierreich.

Ehrenberg brachte in die Monadinen unter seinen Infusionsthierchen diejenigen aus sich bewegten mikroskopischen Organismen, welche keine Füsse, keine Haare, Borsten oder andere äussere Anhänge führten, keine gallertige, häutige, harte Hülle oder Panzer besassen, deutlich oder wahrscheinlich einen blasigen Speisebehälter, aber keinen verbindenden Speisekanal enthielten, nie kettenartig gegliedert, höchstens einfach durch Selbsttheilung getheilt, viertheilig oder brombeerförmig, kugelig, eiförmig oder länglich, aber nicht formveränderlich waren. Gestattet war ein einfacher Wimperkranz, ein fadenförmiger oder doppelter Rüssel, Geissel, oder ein schwanzartig nachschleppender Anhang, auch ein verlängerter Hals mit angeblichem Mund an der Spitze. Solche Monaden füllten nach wenigen Stunden bei Fütterung mit Karmin, Indigo, Saftgrün angeblich ihre Magenbläschen; genauer nahmen sie wenigstens Farbepartikelchen auf. Aus den quergetheilten machte er die Vibrionen, aus den längs getheilten die Bacillarien.

Ehrenberg glaubte theils auf die Art der Bewegung, theils auf die vermeintliche Organisation, namentlich nach den Fütterungsergebnissen, alle diese theils geissellosen, theils geisseltragenden niederen Infusorien für Thiere ansehen zu dürfen. Es war ihm nicht unbekannt, dass in den Zellen von Charen, Fuken und anderen Pflanzen sich kleine Körperchen bewegten, auch glaubte er im Inneren der Pflanze Spirogyra princeps seine Monas termo erkannt zu haben, er sah selbst die „Keimkugeln“ aus Saprolegnia molluscorum in „theils hygroskopischen, theils Entwicklungsbewegungen“ auskriechen, und Bewegungen machen, welche man, wenn sie nicht nach sechs Stunden erloschen wären, worauf das Keimen begann, ganz für thierische

hätte halten müssen, wie es Unger bei anderen Vaucherien auch beobachtet habe. Allerdings könnten auch wirkliche Monaden in Pflanzenzellen parasitisch vorkommen, gleich wie Anguillulen in den Waizenkörnern stehender Halme.

Die vegetabilischen Monaden sind schon viel früher beobachtet worden. Needham 1745 und Buffon kannten belebte Samen von Algen und schimmelartigen Wasserpflanzen, besonders Vaucherien und Saprolegnien und Needham bemerkte, dass alle Theile der Pflanzen belebte organische Partikelchen hätten. Die Samenfäden in den Antheren der Moose fand 1793 Schmiedel, 1822 Nees van Esenbeck; Unger stellte spiralförmige als eine Infusorienart, Spirillum bryozoon auf; Werneck wies das zurück, aber auch Ehrenberg war noch nicht geneigt, sie für Samenthierchen anzusehen. Die Botanik hat es heute erreicht, dass sowohl chlorophyllhaltige als chlorophylllose, sowohl mit sogenannten Augenpunkten ausgerüstete, als dieser ermangelnde, sowohl mit einer oder zwei Geisseln, als mit vielen versehene infusorische Formen als in die Entwicklungsgeschichte von Pflanzen gehörig mit Sicherheit bezeichnet werden können, wesentlich die kleineren chlorophylllosen als Samenfäden, die grösseren chlorophylllosen oder chlorophyllführenden als Schwärmer. Die ganze Entwicklungsgeschichte der Zygosporeen, Volvox, Chlamydomonas, Pandorina ist jetzt bekannt und noch allgemeiner, als solche eine kurze Zeit für Thiere angesehen worden, werden sie, wie Diatomeen und Desmidiazeen, jetzt zu den Algen gestellt.

Wir müssen, um die Gründe dafür kennen zu lernen, auf diese niederen Pflanzen etwas eingehen. Die Botaniker fassen als Thallophyten diejenigen Pflanzen zusammen, welche weder eigentliche Wurzeln, noch Blätter, sondern nur eine Grundlage, einen θαλλός, Zweig, haben, die Algen und Pilze, von welch letzteren, seit Schwendener's anatomischen Begründungen und deren verschiedenen experimentellen Bestätigungen, die Flechten als eine Abtheilung anzusehen sind. Die Thallophyten steigen von den denkbar niedrigsten Stufen zu vollkommneren Zellformen und Gewebformen auf den verschiedensten Wegen auf, ohne zu der Differenzirung höherer Pflanzen in Hautgewebe, Grundgewebe und Fibrovasalsträngen zu gelangen. Die niedersten Stufen bilden kleine glatthäutige Zellen, ohne deutliche Sonderung von Protoplasma, Chlorophyll u. s. w. Die Vervollkommnung kann sich vollziehen an vereinzelten Zellen, welche kolossal gross werden und ebenso die Gestalt kompliziren als den Inhalt differenziren können, und in Zusammensetzungen. Die einfacheren bringen gewöhnlich einen Theil ihrer Vegetationszeit als freibewegliche, hautlose Primordialzellen zu, auch können sich mit Zellstoff umkleidete und Complexe solcher noch schwimmend bewegen, dann mit Unterbrechungen der Bewegung durch Perioden der Ruhe, dabei des Wachsthums in Zellvermehrung und Massenzunahme. Bei den meisten ist die Fortpflanzung identisch mit der Zellvermehrung, bei höheren ent-

stehen erst nach gewöhnlicher Zellvermehrung besondere Fortpflanzungszellen, zum Theil in Verbindung mit deutlichem Generationswechsel, und ein Gegensatz zwischen einem Organismus und seinen Fortpflanzungsorganen und Fortpflanzungsprodukten. Es ist wichtig, darauf die Aufmerksamkeit zu lenken, weil es so mehr vermittelt erscheint, wenn die Erscheinung der Ortsveränderung in einem Falle dem ganzen Organismus, im anderen nur den Fortpflanzungsprodukten oder unter diesen nur den männlichen zukommt.

Fast immer ist das sich von der Mutterzelle abtrennende Fortpflanzungsorgan eine einzelne Zelle. Früher nannte man eine solche immer Spore. **Sachs** beschränkt das auf den Fall, wenn es sich um einen Befruchtungsakt handelt, sonst nennt er sie eine Brutzelle. Die echten Sporen können dann erstens Zygosporen sein, d. h. je zu zweit, gleichartige oder gleiche, mit einander verschmelzen und aus dieser Verschmelzung die Mutterpflanze oder Brutzellen erzeugen, ohne dass eine Sexualität, eines der beiden Produkte als männliches, das andere als weibliches zu unterscheiden wäre. Solche Konjugation kann geschehen von Formen, welche Geisseln und Augenflecken führen, z. B. von Schwärmern mit zwei Geisseln bei Pandorina, und sich lebhaft umhertreiben, oder, indem ruhig sich aneinanderlegende, nach Durchbrechung der Wände mit ihrem Inhalt zusammentreten, welcher sich dann umhüllt oder abschliesst und keimt. Von der Konjugation giebt es in geringen Verschiedenheiten der Konjungirenden Uebergänge zur Befruchtung unterschiedener Eizellen durch Spermatozoidien. Bei Spirogyra ist nur eine beweglich; grösser werden die Unterschiede bei vielen Algen, Pilzen, Charen und führen bald zu der bestimmten sexuellen Unterscheidung, in welcher sich Produkte bilden, welche wenigstens in der Regel für sich nicht entwicklungsfähig sind und der Vermischung mit einem anders Gestalteten bedürfen. Einmal sind das Oosporen in Oogonien, d. h. weibliche, mit Ausnahme der Askomyceten und Florideen membranlose, Primordialsexualzellen, gross und unbeweglich, dann ihnen unähnliche, sehr bewegliche Spermatozoidien aus den Antheridien entsprungen, sehr klein, durch Cilien beweglich. Die Spermatozoidien erreichen schwimmend die Oosporen und lösen sich in ihnen, worauf sich diese mit Zellhaut umgeben und dadurch abschliessen (man unterscheidet den Zustand vorher als Oosphären), um dann direkt oder nach Ruhe zu keimen, oder nach Ruhe Schwärmzellen zu bilden, welche erst wieder die Mutterpflanze erzeugen. Hier, wie in dem dritten Falle, der Bildung von Sporenfrüchten in Karpogonien, können als thierähnlich bewegte Körper von den Sexualprodukten nur noch die männlichen in Betracht kommen. Auch in diesem dritten Falle kommen neben passiv beweglichen Spermatozoidien und schlauchförmigen Pollinodien noch schwärmende Samenelemente vor, und die Befruchtung kann ebenso gut durch Einschlüpfen des Spermakörpers, als durch Konjugation oder An-

einanderlegen träger Elemente mit Diffusion der Plasmakörper geschehen. D
Samenelemente sind bei der zweiten und dritten Weise der Sexualbeziehung
häufig einigen thierischen Spermatozoenformen etwas ähnlich, in stabförmige
Kopf oder Körper, haben aber oft zwei Geisseln, was bei Thieren selt
ist, auch mehr Wimpern und sind zuweilen noch, wie in der ersten Grup
die unentschiedenen Geschlechtszellen, rundliche Monaden mit zwei Geissel
Diesen würden die Samenfäden mit rundlichen Köpfen bei den Thieren näh
kommen. Aber auch für die Samenelemente haben unter den Thallophyt
die Florideen Zellen, welche der eignen Bewegung entbehren und nur pas
vom Wasser getragen werden. Ausserdem geben Thallophyten sehr
wöhnlich Brutzellen, welche entweder auf besonderen Trägern oder doch
besonderen Behältern erzeugt zu werden pflegen. Bei den Waldpilzen u
der Mehrzahl der Meeresalgen ist das die einzig bekannte Fortpflanzun
weise, während bei den gemeinsten Schimmelpilzen und Algen die Bild
von Brutzellen längst, die geschlechtliche Fortpflanzung erst neuerdi
bekannt wurde. Diese Brutzellen schlüpfen sehr gewöhnlich bei Algen, a
auch bei einigen das Wasser oder feuchte Unterlage bewohnenden Pilz
nackt, hautlos aus, und sind dann frei beweglich vermittelst s
feiner Cilien, deren meist zwei am Vorderende sitzen, während zuwei
eine vorn und eine seitlich steht, zuweilen nur eine oder ein Kranz v
sich findet, oder sie endlich die ganze Brutzelle überdecken können, sie
Wasser rotiren machend. Das vorangehende Ende dieser Schwärmzell
Zoosporen, besser Zoogonidien, ist hyalin, frei von Körnchen und Farb
und auch in ihm findet sich für manche Algen seitlich hinter dem hyali
Theil ein kleines rothes Körperchen, Augenfleck der Autoren. Während
Schwärmens beginnt die Ausscheidung einer Zellstoffhaut, dann setzen
die Zellen vorn fest, die Cilien verschwinden und jene keimen, wobei
in der Bewegung hintere Ende der freie Vegetationspunkt wird. Sie ha
also, wie die Spermatozoidien das Ei fanden, so einen Wurzelpunkt
funden.

Die schwärmenden Brutzellen und schwärmenden konjungirenden Sex
produkte können einander täuschend ähnlich sehen. Der ganze Inhalt e
Oospore oder Karpospore kann in Schwärmzellen umgewandelt werden, a
der von Brutzellen; auch können solche in besonderen Thalluszweigen
in ganz beliebigen vegetativen entstehen. Sachs*) möchte die an ihnen
kommenden Bewegungseinrichtungen den Flugapparaten von Samen
Phanerogamen vergleichen. Das geht aber nicht an, weil bei aller Wim
bewegung und anderer Plasmabewegung Stoffwechsel in Betracht kommt.

---

*) Diesem geschickten Darsteller habe ich in Untersuchung des Uebergan
bietes die botanischen Daten zum grössten Theile entnommen.

Bewegung zu einer eigenen, einer sogenannten spontanen, macht, womit die Grundlage zu aller höheren, eigenen Bewegung gegeben ist.

Leicht bewegliche und zum Theil ausserdem formveränderliche Körper treten demnach in zwei verschiedenen Weisen im Leben der Thallophyten auf, als eigentliche Geschlechtsprodukte, welche in Konjugation treten, oder befruchten, oder befruchtet werden, und als Theilablösung ohne den Charakter von Geschlechtsprodukten. Wenn dabei die Befestigung am Platze überhaupt ganz fehlt, in keinem Stadium sich findet, so erscheinen diejenigen Stände, welche weniger oder keine spontane Bewegung zeigen, leicht als die weniger bedeutsamen und der Pflanzencharakter konnte leicht in den Hintergrund treten.

Man hat lange geglaubt, Pilze und Algen dadurch trennen zu können, dass jene kein Chlorophyll, diese immer solches enthielten und hätte dann die Scheidung etwas leichter gehabt. Aber der Chlorophyllmangel ist den Botanikern kein Grund mehr, morphologisch nahe verwandte Formen zu trennen. Unter eigenthümlichen Lebensbedingungen findet er sich auch bei schmarotzenden und Humus bewohnenden Phanerogamen der verschiedensten Familien. So ist nach Vorgang von Cohn die Trennung in Pilze und Algen aufgegeben, und die Eintheilung der Thallophyten mehr darauf begründet worden, ob Sexualorgane gebildet werden, wie dieselben auftreten, wie der Sexualakt vollzogen wird und wie das dadurch Erzeugte beschaffen ist, womit dann sich auch sonst Mancherlei entsprechend verbindet. Fischer fasste Algen und Pilze als parallele Reihen, Sachs nimmt die Pilze als Abzweigungen der verschiedenen Algentypen in jeder Klasse. So bildet Sachs für die ohne sexuelle Fortpflanzung und ohne nähere Verwandtschaft mit sexuellen Formen die erste Klasse: Protophyten, einfachste und kleinste Formen, theils chlorophyllfreie Schizomyceten und Sacharomyces, ächte Schmarotzer oder auf feuchten Oberflächen organischer Körper lebend, oder in Flüssigkeiten, welche organische Stoffe gelöst enthalten, deren Zersetzung in Gährung als Hefepflanzen oder Fäulniss sie bewirken, theils chlorophyllhaltige Palmellaceen und Cyanophyceen, deren Chlorophyll oft mit blauem Farbstoff, Phykocyan gemischt ist. Die Zellen sind sehr klein; wenn Haut und Inhalt unterscheidbar sind, zerfliesst jene leicht in eine weiche Gallerte, in welcher die Zellen zerstreut oder geordnet liegen, zuweilen ist sie nur gequollen, auch geschichtet; der Inhalt ist homogen mit kleinen Körnchen durchstreut. Die Zellen sind theils bei sofortigem Zerfall in der Vermehrung vereinzelt, theils bilden sie Zellreihen, Klumpen, blattähnliche Ausbreitungen, selten mit bestimmter äusserer Gestalt. Die grösste unter den chlorophylllosen sind die Hefezellen; die chlorophyllhaltigen sind grösser; selten sind im Wachsthum Basis und Scheitel zu unterscheiden, selten ist Verzweigung. Nur bei den Palmellaceen treten Schwärmzellen auf, aber viele sind ganz beweglich, schwimmen, indem sie sich schraubig krümmen oder sich in sich

biegen, was oft nur scheinbar ist aus Lagenveränderung der gebogenen oder schraubigen Stäbchen. Sexualorgane sind unbekannt; besondere Zellen für ungeschlechtliche Fortpflanzung werden nicht gebildet, nur bei den höchst entwickelten erscheint Wachsthum und Fortpflanzung differenzirt. Es ist wahrscheinlich, dass manche nicht selbstständig sind, sondern nur regenerirende Entwicklungsstadien darstellen. So gehören, wie die Palmellacee Pleurococcus zu der zygosporen Volvocine Chlamydomonas, wahrscheinlich alle Palmellaceen zu höheren Algen. Von den Cyanophyceen kriechen bei den Nostocaceen Fadenstücke aus der Gallerte heraus, machen Bewegungen wie die Oszillatorien, bevor ihre Gliedzellen quer auswachsen, und können anders wo einwandern; die Oszillatorienfäden drehen sich um ihre Achse und verfilzen sich, die Rivularien kriechen aus ihren Zellen aus. Die Schizomyceten, an den genannten Stellen organische Stoffe zersetzend, meist zahllos, lassen wegen ihrer geringen Grösse wenig Charaktere erkennen, sie sind, obwohl viel kleiner, den Oszillatorien und Chrooccaceen ähnlich, Sarcine, oder nur stabförmig, sich quergliedernd, Bakterien. Cohn unterscheidet Kugel-, Stäbchen-, Faden-, Schraubenbakterien und seine Abbildung von Spirillum bei starker Vergrösserung erinnert sehr an eine sehr gestreckte Astasiäe, etwa Euglena, mit zwei terminalen Fäden, selbstredend ohne deren grosse Beweglichkeit und Formveränderlichkeit. Von den Gährungspilzen ist nur Sacharomyces genau bekannt; er hat vereinzelt lebende kleine Zellen mit Vakuolen im Protoplasma, treibt warzige Sprossen, welche sich abschnüren, kann nach Cienkowsky durch Gliederung in hyphenähnliche Formen übergehen, nach Rees auf Kartoffelflächen und dergleichen grösser werden und dann in 1—4 Brutzellen zerfallen. Die Hefezellen können ihren Sauerstoffbedarf nicht durch Zuckerzersetzung decken, sie nützen die kleinsten Mengen freien oder diffundirten Sauerstoffs aus; nach dessen Verbrauch wachsen sie nicht mehr, werden ruhend und sterben ab.

Die zweite Klasse der Thallophyten bilden bei Sachs die Zygosporeen, bei welchen Zeugung, wenn auch einfachster Art, den Fortschritt bezeichnet und den Uebergang zu den sexuellen Formen vermittelt. Für die Vermehrung treten theils Schwärmzellen, theils höher entwickelte Glieder des Thallus, theils besondere Zweige ein. Sie haben theils kein Chlorophyll, Myxomyceten und Zygomyceten, theils doch, Volvocinen und Conjugaten; in jeder Gruppe die erste Ordnung, soweit Kopulation beobachtet, solche an beweglichen Zellen, die zweite an ruhenden Zellen vornehmend. Der Thallus ist, wenn nicht einzellig, Eremoblast, doch aus wesentlich gleichen Zellen gebildet. Zellhaufen können als Coenobium von Zellen entstehen, welche, vorher einzeln beweglich, sich zusammendrängen; in den durch Vereintbleiben aus Theilung entstandener Zellen gebildeten Geweben repräsentirt jedes Glied die ganze Pflanze. Die Klasse enthält sehr verschiedene, wenig vermittelte Formen. Sowohl die Volvocinen als die Conjugaten spielen

in Ehrenberg's Infusionsthierchen eine grosse Rolle; der erste genaue Beschreiber der Myxomyceten de Bary hat damals auch diese den Thieren zugetheilt. Wahrscheinlich haben zahlreiche Algen in ihren Schwärmzellen konjungirende Sexualorgane und es kann sein, dass bei nahe verwandten Formen einmal Schwärmzellen sich konjungiren, das anderemal sich parthenogenetisch entwickeln. Die Myxomyceten (Lohblüthe, Aethalium septicum, Dictyostylium, Physarum) schliessen sich an, indem sich die Verschmelzung der ungeheueren Zahl von Myxamöben als Conjugation, die Bildung der Plasmodien und des Fruchtkörpers als Analogon der Zygosporenbildung betrachten lässt, wonach dann ein Zerfall in zahlreiche Sporen wie bei den Dauersporen von Synchitrium eintritt. Die Volvocinen sind seit 1856 durch Cohn genau bekannt. Sie sind vereinzelt oder bilden Coenobien in Schleimhüllen. Jede Zelle trägt zwei Wimpern. Die vereinzelten Chlamydomonas und Chlamydococcus schwärmen wie gewöhnliche Schwärmzellen. Die Schwärme von Pandorina haben ausser zwei Geisseln einen rothen Fleck, sie konjungiren. Pandorina, Volvox, Stephanosphaera, Gonium Ehrenberg's gehören hierher. Die, obwohl bei ihnen Conjugation noch nicht beobachtet, hierher gestellten Hydrodiktyeen mit schwärmenden Gonidien stehen noch den Protophyten näher. Bei den Conjugaten ist die eigentliche Vegetationsperiode wie bei den Volvocinen beweglich, wenn auch minder, da sie, etwa mit Ausnahme von amöbenartiger Brut einiger Myxomyceten, keine Wimpern oder Geisseln und auch nicht die für Diatomeen zuweilen behaupteten Wimpersäume haben. Die Conjugation wird von gewöhnlichen vegetativen Zellen ausgeführt; Schwärmzellen fehlen. Die Zygosporen haben eine wesentlich verschiedene Form und keimen erst nach einer Pause. Die Desmidiazeen haben wahres Chlorophyll, dasselbe ist aber bei den Diatomeen durch das bräunliche oder gelbliche Diatomin oder Phykoxanthin ersetzt. Die Diatomeen sind deshalb mehr den Thieren zugetheilt worden, aber von Ehrenberg auch die Desmidiazeen. Jene, für welche nach Pfitzer der Name der Bacillarien die Priorität hat, haben mit dem ungeheueren Reichthum der scharf gezeichneten, zur mikroskopischen feinsten Untersuchung reizende Objekte darbietenden, lebenden und fossilen Formen von Leeuwenhoek an die Beobachter sehr beschäftigt. Obwohl sie von den Desmidiazeen, wie durch den besondern Farbstoff, auch durch zweihälftige Kieselschalen sich unterscheiden, sind sie ihnen doch durch Art der Bewegung und Fortpflanzung innig verwandt. Die zwei Hälften der verkieselten Zellhaut repräsentiren Generationen ungleichen Alters, in der Theilung entstehen immer kleinere Schalklappen, bis die letzteren endlich verlassen werden und durch Konjugation der Plasmamassen oder einfaches Wachsthum, als anders gestaltete Generation, grössere Auxosporen sich bilden. Die Protoplasmaströmungen im Inneren sind namentlich durch tanzende Körnchen an den Polen der Klosterinen unter den Desmidiazeen wahrzunehmen, bei

den Diatomeen sah Schultze an der Schalnaht einen Streifen Protoplasma wie einen Fuss zum Gleiten benutzen. Der schneckenartige Fuss aus einer Zentralpore nach Ehrenberg, die Cilien an beiden Enden nach Hogg werden nicht anerkannt. Die geringe Grösse, der spindelförmige Bau vieler Arten, der Navicularien, die Poren an den Enden und der Spalt der Schale setzen besonders in den Stand, leichten Wechselwirkungen zwischen dem Plasma dieser Organismen und der umgebenden Flüssigkeit durch Ortsveränderungen Ausdruck zu geben.

Die weiteren Klassen der Thallophyten bieten nun keine Formen mehr. welche im Ganzen als bewegliche Infusorien auftreten, sondern schieben solche nur noch als männliche Geschlechtsprodukte oder als Schwärmzellen Zoogonidien ein, aber wegen solcher und auch um für die Conjugation der vorigen in den Pflanzen die Bindeglieder zu gewinnen, ist es nöthig, sie gleichfalls kurz in's Auge zu fassen.

Die dritte Klasse sind die Oosporeen, chlorophylllos in den Saprolegnien und Peronosporeen, chlorophyllhaltig in den Sphäropleen, Vaucherien, Oedogoniaceen und Fukaceen. Die Befruchtung kann durch Conjugation des Antheridium mit dem Oogonium, kann aber auch durch bewegliche Spermatozoidien, meist mit zwei terminalen Fäden an der stets ruhenden Oosphäre geschehen. Die Saprolegnien, welche häufig todte Insekten bedecken und in Schlauchform den Gregarinen ähneln, stossen Zoogonidien in grosser Menge aus, welche wieder zwei Geisseln zu haben pflegen und, zur Ruhe gekommen, neue Pflanzen erzeugen, in deren kuglige Oogonien die Antheridien zur Conjugation einwachsen, um nach Resorption der Wandung die Spermatozoiden zu übergeben. Auch die Peronosporeen, in den Geweben dikotyler Pflanzen schmarotzend, bilden erst zweigeisselige Gonidien oder Konidien (von κονία Staub, bei den Pilzen), welche meist auf Stielen aus den Spalten oder durch die Wand der Nährpflanze vorgebracht werden und in der Nährpflanze frisch keimen. Von Empusa sind die Sexualorgane noch unbekannt. Bei den Oedogonien haben Schwärmsporen und kleinere Spermatozoidien einen Cilienkranz; letztere kriechen durch einen Kanal in's Oogonium. Auch bei für ihre Fortpflanzung unbekannten Conferven, Cladophora u. a. giebt es grössere und kleinere Schwärmzellen. Die Spermatozoidien der Fukoide haben ebenfalls zwei Geisseln und einen rothen Punkt. sie setzen durch energische Bewegung die von ihnen umspülte Eikugel eine halbe Stunde lang in rotirende Bewegung.

Die vierte Klasse der Karposporeen enthält als chlorophylllose Formen die echten Pilze, Askomyceten, einschliesslich der Flechten, Aecidiomyceten und Basidiomyceten, als chlorophyllführende die Koleochäten, Florideen und Characeen. Bei den Koleochäten sind die Spermatozoidien den Schwärmsporen sehr ähnlich, rundlich, eiförmig, mit langer Doppelgeissel, bei den Florideen fehlt letztere und damit die eigene Bewegung sowohl den Gonidien

als den Spermatozoidien. Die Charen bilden in einem Antheridium etwa 20,000—40,000 Spermatozoidien, von Gestalt einer Peitsche mit Stiel und doppelter Geissel, welche schon in der Zelle rotiren. Bei den echten Pilzen werden die Schwärmzellen der Algen und Tetragonidien der Florideen durch Konidien, die beweglichen Spermatozoidien ersetzt durch das Pollinodium, welches sich, wie der Pollenschlauch der Phanerogamen an den Embryosack, so an das Karpogon anlegt und durch Diffusion seinen Inhalt überträgt. Sie bilden keine Stärke, während doch die chlorophyllfreien Phanerogamen solche haben.

Auch bei den Lebermoosen und Laubmoosen sind die Spermatozoidien dünne, ein- bis dreimal schraubig gewundene nach vorn verjüngte Stäbchen oder Fäden, am Vorderende mit zwei langen feinen Geisseln, rotiren und schwimmen, während bei den Gefässkryptogamen dieselben auch schraubig gewunden, aber grösser, plump und mit meist zahlreichen Wimpern an den vorderen Windungen versehen sind.

Bevor wir aus diesem Allen weiter schliessen, müssen wir die Bewegungserscheinungen betrachten, welche an höheren Pflanzen wahrgenommen waren, und auf welche wir oben hingewiesen haben. Wachsthum ist ohne Bewegung des Wachsenden, Verschiebung im Raume nicht möglich, da es sich beim Wachsen des Organischen nicht um Apposition sondern um Intussusception handelt. Beim Wachsen des Anorganischen kann die Bewegung allein das Zuwachsende treffen. Der Vergleich des Organischen und Anorganischen ist deshalb hier besonders nützlich, weil die Ortsveränderungen sehr kleiner Organismen im letzten Prinzipe geradezu zurückgeführt werden können auf Attraktion. Ihre Substanz, indem sie, in Wechselwirkung mit Stoffen in der sie umgebenden Flüssigkeit, Bewegung, einen Flüssigkeitsstrom, veranlasst, folgt selbst diesem oder geht ihm vielmehr entgegen. In der Mehrzahl der Fälle ist bei Pflanzen die freie Bewegung im Raume für das Ganze ausgeschlossen, weil die Energie nicht gross genug ist, um die Masse zu überwinden, auch meistens die Besonderheiten der Umgebung und der Verbindung mit derselben, das Ankleben und das Wurzeln in der Erde, diese Bewegung unmöglich machen. Darum finden doch während des Wachsthums Bewegungen an den Theilen statt, Turgescenz, Verlagerung u. s. w. Die Mehrzahl der während des Wachsthums hervorgerufenen Bewegungen wirkt auf das Wachsthum selbst und führt zu bleibenden Zuständen, sich damit erschöpfend, bedingt also die spätere starre Form; wenn eine Bewegung erzeugende Einwirkung rasch vorübergeht, kann sie solcher bleibenden Folgen entbehren, durch das Wachsthum im Uebrigen verwischt werden, sie war dann Bewegung ohne Beziehung zum Wachsthum. Es ist nöthig daran zu denken, dass die hier unter Einwirkung der äusseren Agentien, Wärme, Licht, Schwere, der Nährstoffe, besonders des Wassers, in Pflanzen stattfindenden Bewegungen

durch die Organisation der Pflanzen zum Theil den Bewegungen in der anorganischen Natur näher oder in diesen stehen, das Aufsteigen in den Gefässen u. dgl., zum Theil bestimmter mit den organisatorischen Vorgängen und den Umsätzen in der organischen Substanz sich verbinden, auf ihnen beruhen, aber es würde unmöglich sein, eine scharfe Gränze zwischen mechanischen und organischen Bewegungen zu ziehen. Von hier aus wird dieses sich auch für die höheren Bewegungen an Organismen geltend machen müssen.

Es giebt weiter an höhern Pflanzen periodisch und auf bekannte Reize eintretende Bewegungen, welche im Gegentheil erst ihre volle Energie erlangen nach Vollendung des Wachsthums und die fertige Organisation verlangen, in dieser durch Wechsel der Zustände ermöglicht. Sie beruhen auf Aenderung der Gewebespannung und sind Stellungswechsel. Alle periodisch beweglichen und reizbaren Theile sind morphologisch Blattgebilde, echte grüne Laubblätter, Blumenblätter, Staubgefässe, Theile von Karpellen, aber meist sind sie durch die Gestalt für Krümmungen geeignet, dem Stielrunden nahe. Es umhüllt an ihnen in der Regel eine sehr saftige Parenchymmasse einen einzigen axilen oder wenige Fibrovasalstränge, welche nicht stark verholzen und biegsam bleiben. Die Bewegung entsteht theils ohne bemerklichen äusseren Anlass, so bei Hedysarum (Desmodium) gyrans. An den dreiblätterigen kleeähnlichen Blättern heben sich die kleineren Seitenblätter bei kräftigen Pflanzen beständig wechselnd in ruckweiser Bewegung, in Indien angeblich alle Sekunden, bei uns alle Minuten, Tag und Nacht. Gewöhnlicher erfolgen Bewegungen unter Schwankungen der Lichteinwirkung, bei Leguminosen, Oxalideen, oder auf Berührung, bei Oxalideen, Robinien, Akazien, Mimosen, am stärksten bei Oxalis sensitiva und Mimosa pudica, bei welcher bei Berührung der Hauptblattstiel sich senkt und die Fiederblättchen zusammenklappen, den Staubfäden von Berberis und Mahonia, den zu einem Rohr verbundenen der Cynareen und Cichoriaceen, deren Staubfadenrohr bei Berührung durch Insekten hin- und herwiegt und sich hinabzieht, so dass Pollen nach Oben entleert wird und an den Insekten hangen bleibt, den Narbenlappen von Mimulus, Martyria, Goldfussia oder den Griffelsäulchen von Stylidium. In den Jahren 1837—1839 wurden die älteren bekannten Thatsachen in dieser Beziehung von Dutrochet, Morren Meyer sehr vermehrt, unter anderen 1866 die Mimosen von Bert untersucht. Die Reizbarkeit der Mimosenblätter tritt erst bei + 15° C., die Schwingung der Blätter von Hedysarum erst bei + 22° C. ein; 52° C. bewirken bei jenen Tod. Kälte, Wärme, Dunkelheit, Elektrizität, Ueberreizung, chemische Einflüsse, Trockenheit, Chloroform können Bewegungsstarre erzeugen. Die Bewegung kommt zu Stande durch antagonistische Wirkung turgeszirenden Parenchyms gegen den elastischen Fibrovasalstrang. Die Zellen in den beiden antagonistischen Hälften der Bewegungszone wer-

den von Licht und Wärme entgegengesetzt beeinflusst. Pfeffer wies 1873 nach, dass aus den gereizten Zellen Wasser austritt. Die vorher aufgetriebenen Zellhäute ziehen sich dann zusammen, während sich die der anderen Seite ausdehnen. Die Bewegungen der Crocusblüthen werden besonders durch den Gang der Temperatur bestimmt, die abendlichen Schliessbewegungen von Nymphaea, Taraxacum durch Temperatursteigerung nicht aufgehalten. Von den Blattlappen von Dionea, den Blättern von Aldrovanda, den Blattborsten von Drosera, den Magen ähnlichen Einrichtungen von Utricularia, bei welchen angeblich die Bewegungen einen Nutzen für Aufnahme stickstoffhaltiger Nahrung bringen sollen, haben wir oben geredet. Da Verdunkelung für das Einnehmen von Stellungen einem mechanischen Reiz gleich wirkt, so besteht ein Gegensatz des pflanzlichen Assimilationsprozesses im Lichte gegen die Bewegung, des Lichtes gegen den Bewegung erzeugenden Reiz, welcher allerdings wegen der verwickelten Umstände nicht immer leicht herauszustellen ist.

Diese Beobachtungen an phanerogamen Pflanzen und an höheren Kryptogamen haben nur dazu gedient, der Bewegung den Werth eines Kriteriums zwischen Thieren und Pflanzen zu nehmen, die der niederen Thallophyten aber haben nicht selten als Beweis thierischer Natur dienen müssen.

Unger, Kützing, Harting hielten die Trennung von Thieren und Pflanzen für künstlich, Siebold für natürlich, Rabenhorst änderte seine Auffassung dreimal hin und her; bei den Diatomeen kämpften Ehrenberg, Meneghini, Focke, Eckhart, Bailey für die Thiernatur; Kützing, Unger, v. Siebold, Naegeli, Bronn, Rabenhorst, Cohn, Meyer, Thuret dagegen; Owen nahm eine Zwischenstellung ein, Häckel machte sein Reich der Protisten.

Wenn einerseits Bewegung in so grosser Ausdehnung im Pflanzenreich vorkommt und dabei in ähnlicher Weise wie bei Thieren Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure produzirt wird, Selbstbewegung also nicht als eine die Thiere auszeichnende Eigenschaft angesehen werden darf, so sind andererseits ebensowohl Eigenschaften, welche man ganz und gar den Pflanzen allein zuschreiben wollte, dieser kritischen Bedeutung verlustig geworden. Einmal die Gegenwart der Cellulose. Dieser allerdings im Pflanzenreich in Auflagerung auf den Zellkörper sehr stark vertretene und für Pflanzennatur sehr wichtige Stoff fehlt den beweglichen Aussendlingen der Thallophyten; dagegen wiesen ihn C. Schmidt und Löwig im Mantel der Aszidien nach. Aus den Mänteln einer grossen Zahl Individuen von Salpa africana, welche ich in Mentone zu diesem Zwecke sammelte, hat Carius ebenso diesen Stoff dargestellt, in sehr geeigneter Form, um zur Demonstration der Zuckerumwandlung zu dienen. Stein wiess die Cellulose auch in Kapseln encystirter Wimperinfusorien, Glaukomen und Kolpoden, nach. Im Allgemeinen sind allerdings solche Beweise bei der Unbestimmtheit der

chemischen Zusammensetzung nicht ganz schlagend. Es steht neben der Cellulose eine Reihe ähnlicher widerstandsfähiger aber Stickstoff enthaltender thierischer Zell-Ausscheidungsprodukte, Chitin, Fibroin, Serolin, Conchyolin, und es wird kaum mit Bestimmtheit gesagt werden können, der Stickstoff, welcher ein Cellulosepräparat aus einer Tunikate verunreinigte, habe durchaus nicht der Interzellularsubstanz des Mantels selbst angehört.

Wenn die Gegenwart der Cellulose für den Aufbau der Pflanzen durch die gewöhnliche starre Verbindung der Elemente mit Beschränkung der Bewegung auf den Inhalt in einzelnen Zellen oder in den Gefässen, ohne äussere Formveränderung und Ortswechsel, sowie durch Beschränkung der Gemeinschaft des Lebens der einzelnen Plastiden wegen Verlangsamung und Behinderung des Austausches durch die soliden Wandauflagerungen, somit im Ganzen durch Betonung der Individualität der Plastiden im Allgemeinen äusserst wichtig und charakteristisch ist, so ist es das Chlorophyll nicht minder, als der Assimilator, oder doch der Körper, welcher das Protoplasma in den Stand setzt, gasförmige Körper in fester oder flüssiger Form zu sammeln. Dass das Chlorophyll vielen Pflanzen fehlt, sahen wir oben; aber der grüne Farbstoff von Hydra unter den Coelenteraten, Bonellia unter den Gephyrei, Vortex, unter den rhabdocölen Strudelwürmern, und der gewisser Heliozoen und von Stentor unter den Wimperinfusorien soll ebenso gutes Chlorophyll sein. Wir können vielleicht Grund finden, die gewimperten Infusorien und die Heliozoen aus den Thieren zu streichen, aber Hydra, Bonellia, Vortex und die Tunikaten nicht. Gestatten also jene Untersuchungen definitiv zu sagen, der Stoff aus dem Mantel der Aszidien und Salpen sei Cellulose, der grüne Farbstoff in Hydra sei Chlorophyll, und zwar selbst gebildetes*), nicht etwa blos aus der Beute, Euglenen u. dgl., übernommenes, er sei arbeitendes Chlorophyll, so sind die beiden grössten Merkmale, welche aus chemischer Konstitution der Zellabscheidung und des Zellinhalts als Kriterien zwischen Thieren und Pflanzen angesehen worden sind, mindestens nicht scharf.

Dass das Stärkmehl den Pilzen fehlt, hörten wir schon; dass die Astasiäen unter den Flagellateninfusorien und die Radiolarien stärkmehlähnliche Körper bilden, kann immer als ein Grund mehr angesehn werden, auch diejenigen, deren Zutheilung man nicht genau kennt, deren Verhältnisse aber mehr oder weniger pflanzenartig sind, den Pflanzen zuzutheilen. Wenn so vielleicht eigentliche Stärkmehlkörner den sichern Thieren fehlen, sind doch amyloide Substanzen, namentlich in pathologischen Prozessen au

*) Dass in zahlreichen Infusoria ciliata Chlorophyll zuweilen vorkommt, Paramecien, Bursarien, Euplotes, Coturnia und anderen, spricht vielmehr dafür, dass dasselbe überall aus den genossenen Pflanzen entnommen sei. Bei Fütterung mit Daphnienkrebsen werden Hydren roth statt grün.

Thieren gemein. Aus Anhäufung anderer Körper in den Zellen, z. B. der Fette und Oele, kann noch weniger ein kritisches Zeichen entnommen werden.

Die Ergebnisse des Vergleichs lassen sich in Folgendem zusammenfassen. Der Begriff Pflanze ist gebildet zuerst nach Organismen, welche im Allgemeinen eine grosse Zahl von Plastiden in sich zu einer Gemeinschaft verbinden, ohne dass in dieser Gemeinschaft besondere Plastiden die Funktion der Bewegung und andere die der Empfindung hätten, in welcher aber die einzelnen Plastiden in sich bewegliches Protoplasma wenigstens eine Zeit lang haben. Die Plastiden umgeben sich in der Regel mit einer Cellulosehaut, verlieren dadurch die Formveränderlichkeit fast ganz und erhalten eine auch chemisch mehr abgeschlossene Individualität. Sie bilden meist unter dem Einfluss des Lichts Chlorophyll aus und haben von diesem Augenblicke an Lebenserscheinungen nach entgegengesetzten Richtungen hin; einmal wandeln sie durch das Chlorophyll gasförmige anorganische Körper, unter Mitaufnahme flüssiger, in organische, flüssige und feste Substanz um, während auf der anderen Seite das Leben des Protoplasma, welches sich selbst verbraucht und sich nur bei Gegenwart vorgebildeter organischer Substanz zu ergänzen scheint, auch in ihnen fortdauert. Unter den Pflanzen giebt es aber, durch sonstige Eigenschaften sich eng anschliessend, solche, welche kein Chlorophyll bilden, also auch nicht mit solchem arbeiten und deshalb nur organische Substanz verbrauchen können; es giebt ferner abgelöste Theile oder Zustände, deren Wesen mit sich bringt, dass sie keine Cellulose ausscheiden, welche deshalb die Protoplasmabewegungen an sich am stärksten zur Entfaltung bringen, und in welchen, wenn sie dabei Chlorophyll haben, der Verbrauch durch das in seinen Bewegungen und Wechselwirkungen nicht beschränkte Protoplasma wenigstens ein ausser Verhältniss grosser ist, in welchen endlich, wenn sie Chlorophyll nicht haben, nur verbraucht, nicht organische Substanz gebildet wird. Diesen letzteren reihen sich die Thiere an, die Vollkommneren mit Herstellung besonderer Einrichtungen, welche gestatten, den starken Verbrauch durch Aufnahme an anderer Stelle vorbereiteter organischer Substanz zu decken. Da die Annahme nicht viel für sich hat, dass bei den vereinzelten Formen Hydra, Vortex, Bonellia Chlorophyll als arbeitende Substanz stehe, so ist die aus seiner Anwesenheit bei Thieren resultirende Störung der Unterscheidung nicht hoch anzuschlagen. Wir dürfen die Thiere den chlorophylllosen, nur verbrauchenden Pflanzen oder Pflanzenstadien oder Pflanzentheilen anreihen. Wenn wirklich der Tunikatenmantel chemisch genau Cellulose als Zwischensubstanz besitzt, so ist doch dieser cellulosehaltige Körpertheil begleitet von einer so hohen Organisation und dem Mangel der Cellulose in den meisten und vorzüglichsten Geweben, dass auch durch die Gegenwart dieser Substanz eine Schwierigkeit für die Eintheilung nicht erwächst; wir können

die Thiere als Organismen bezeichnen, in deren Organisation die Cellulose nicht beschränkend, die den Stoffwechsel leitenden Plastiden abgränzend, eintritt. Es lehnen sich also die Thiere auch den der Cellulose entbehrenden Pflanzen oder Pflanzenstadien oder Pflanzentheilen an, also in Summa denen, welche sowohl des Chlorophylls als der Cellulose entbehren.

Wenn wir von dem Grundsatze ausgehen, dass die Eintheilung durch die Lücken in den Eigenschaftsreihen bedingt werde, so müssen wir, wenn wir den Ausgangspunkt für den Begriff Pflanze von den Phanerogamen nehmen, das Pflanzenreich soweit rechnen, als wir kontinuirliche Reihen finden, als wir nicht Eigenschaften begegnen, welche nicht entweder selbst schon vorher vertreten waren, oder welche doch durch die Vergesellschaftung mit andern in eine solche Reihe ohne Sprung sich einführen.

Es lassen sich die zu Geweben vereinigten, mit Cellulose umhüllten trägen Plastiden leicht verbinden mit den nackten, welche zum Theil aus jenen austreten, hervorgehen, und die zu Geweben verbundenen mit den vereinzelten; von diesen die mit wenig auffälliger Bewegung mit den amöboiden; diese mit den gewimperten oder geisseltragenden, deren Bewegungsorgane ja nur aus dem amöboiden Protoplasma sich ausstrecken. Es verbände sich das Alles schon leicht in eine Reihe, wenn es nur neben einander sich fände, wenn auch nicht die einen aus den anderen hervorgingen; es thut es um so mehr, weil wir in das Leben derselben Pflanze das Verschiedene eingeschoben finden können. Es scheint aber nothwendig daraus hervorzugehn, dass amöboide Bewegung oder Geisseln oder Wimpern, selbstredend auch die sogenannten Augenpunkte, überhaupt eine Ausscheidung aus dem Pflanzenreiche nicht bedingen sollten. Der Grad der Bewegung kann dabei nicht entscheiden.

Da hiermit die Frage dahin kommt, ob gewisse bisher sehr gewöhnlich, zum Theil immer, zu den Thieren gestellte Organismen auf gute Gründe daselbst stehen, nämlich Rhizopoden, Heliozoen, Radiolarien, Gregarinen, Wimperinfusorien, also der ganze Typus der Protozoen, soweit er nicht schon ausgeschieden ist, so müssen wir zunächst fragen, ob, wenn der G r a d der Bewegung nicht entscheidet, doch vielleicht eine besondere A r t der Bewegung an Thieren zu erkennen sei, und dann, wie weit etwa Gründe für eine andere Ziehung der Gränze sich ergeben, namentlich, wenn wir von der Seite anerkannter Thiere aus auf eine Lücke zu kommen versuchen, dies im Besonderen für die Bewegung noch wegen der Mittel, mit welchen sie hergestellt wird.

Was Bewegung überhaupt betrifft, so wird dieselbe zumeist erschlossen aus dem Wechsel in der Gesichtsempfindung, also an Körpern, welche sich von ihrer Umgebung optisch unterscheiden, sichtbar sind.

Das vorzüglich aus den Sehwinkeln, welche die Lage von Gegenständen zu einander bestimmen, damit auch die eigener Theile und die Gränzen

der Gegenstände und so die Grösse und Gestalt, stets in Relation, nur scheinbar absolut, wenn die Relationen in uns selbst, dem Auge, der Kopfhaltung u. s. w., nicht in anderen äusseren Gegenständen, gegeben sind. Auch die wechselnde Intensität des Gesichtseindrucks kann auf Bewegung schliessen machen; wir sind zwar wenig gewöhnt, über räumlich unbegränzt Erscheinendes zu schliessen, aber wir werden doch bei Nebel aus der Zunahme des Lichts Bewegung zu erschliessen nicht zaudern. Die anderen Sinne gewähren Hülfsmittel zur Erkennung von Bewegung, wenn sie zugleich mit dem Gesichtssinn oder wenn sie allein getroffen werden, falls sich dann damit die Erfahrung aus solchen Fällen verbindet, in welchen sie mit dem Gesichtssinn zusammen getroffen wurden. Die durch sie gewonnenen Vorstellungen sind im Allgemeinen viel weniger scharf und es laufen leichter Täuschungen unter. Ein dem Sehwinkel Vergleichbares kann dabei zur Geltung kommen, wenn daraus, dass nach einander verschiedene Hautstellen dieselbe Gefühlsempfindung erleiden, eine Bewegung eines Gegenstandes über unsere Haut, oder daraus, dass ein Geräusch nur bei einer bestimmten Drehung des Kopfes gleichmässig vorangehört wird, sonst aber ungleichmässig, die Bewegung des tönenden Körpers um uns erschlossen wird. Die Intensitäten kommen hier gewöhnlicher zur Geltung; ich schliesse aus dem verhallenden Geräusch der rollenden Räder, dass der Wagen sich entfernt. Man erkennt hiernach leicht, dass möglicher Weise zahlreiche Bewegungen geschehen, ohne dass wir sie mit irgend einem Sinne wahrzunehmen im Stande sind.

Ortsveränderung im Raume und Gestaltsveränderung oder selbst Veränderung der Lage der Theilchen in einem Körper ohne Gestaltsveränderung fallen dabei in so weit für die Betrachtung zusammen, als man die Gränzen für einen zu betrachtenden Körper gegenüber der Umgebung beliebig setzen und darauf diese verschiedenen Fälle in einander überführen, die Veränderung in der Lage als etwas Innerliches oder Aeusserliches betrachten kann. Es ist einerlei, ob wir Ortsveränderung oder Theilchenlagerung zum Gegenstand der Untersuchung machen. Damit stellt sich bis zu dem Punkte, dass wir an die besondere Untersuchung dessen gehn, was in einem bestimmten begränzten Körper geschieht, eine Unterscheidung von Bewegungen, welche von Aussen auf einen Körper übertragen werden und von solchen, welche geschehen, ohne dass wir eine von Aussen einwirkende Bewegung oder eine in solche umzusetzende Kraft sonst nachweisen können, als unbedeutend heraus. Da jeder organische Körper sein Bestehen nur durch die Wechselwirkung mit der Umgebung findet und deshalb eine bestimmte Begränzung für ihn zwar für den Augenblick bestehen und gesetzt werden kann, aber ihm auf die Dauer nicht zukommt, so wird auch die Unterscheidung der selbstthätigen, spontanen Bewegungen, welche an organischen Körpern ge-

schehen sollen, von den passiven übertragenen anorganischen nur mit Beschränkung von diesem Gesichtspunkte aus gewürdigt werden dürfen; auch die eigene Bewegung organischer Körper würde an letzter Stelle als eine übertragene anzusehn sein.

Dabei sind jedoch zwei Punkte zu Gunsten der Unterscheidung der organischen Bewegung in's Auge zu fassen. Einmal dass bei ihr, wenn sie auch auf Uebertragung von Kräften beruht, welche in Bewegung umgesetzt werden können, doch dieser Umsatz in Bewegung erst in ihnen geschieht, also eine einfach übertragene Bewegung ein für alle Male ausser Betracht bleibt, auch jener Umsatz geknüpft ist an die besonderen vom Organismus gegebenen Bedingungen. Das Zweite, zum Theil auf dem Ersten beruhend, ist, dass Ortsveränderungen in der Regel ersichtlich die Folge von Gestaltsveränderungen sind. Es ist das keine prinzipielle Forderung für organische Bewegung. Wie Wasserbewegung in höheren Pflanzen theils auf Kapillarität, theils auf Assimilation beruhend zu Stande kommt, so kann Bewegung einzelliger Algen im Wasser zu Stande kommen, in Folge der Anziehung und des Stoffwechsels, ohne dass die geringste Formveränderung oder Verschiebung von Theilchen im Innern sichtbar zu werden brauchte. In der Regel fehlt es aber an Mitteln, die inneren Veränderungen, welche organische Körper bei Bewegungen im Raume durchmachen, in Veränderungen der äussern Gestalt oder der Lage innerer unterscheidbarer Theilchen zu erkennen, nicht. So gilt uns Formveränderung oder Lagenveränderung der inneren Theilchen gern als ein Beweis von Bewegung aus eigener Leistung, organischer Bewegung.

Wir zögern nicht, es den Kräften der anorganischen Natur zuzuschreiben, und sorgen weiter nicht darum, wenn ein Körnchen irgend einer Substanz ein Quantum Flüssigkeit gegen die Schwerkraft an sich zieht und sich damit umkleidet, wenn andererseits sehr kleine Partikelchen fester Körper in Flüssigkeiten, deren Mischung ungleich ist und ausgleichende Strömchen bildet, hin- und hergetrieben werden (Brown'sche Molekularbewegung). Wir können in solchem Falle feste Körper nehmen, welche sich dabei gar nicht verändern. In organischen Körpern dagegen lassen die Beziehungen, welche sie bis dahin zur Aussenwelt hatten, und welche auf sie einwirkten, in einer Weise, welche auch hätte ihren weiteren Ausdruck in Bewegung finden können, sich ganz abgelöst denken von der etwa später stattfindenden Bewegung, und diese von den etwa gerade vorher gegangenen Einflüssen. Wie sie im Allgemeinen, in Folge der ihnen möglichen und nöthigen inneren Ungleichheiten, sich Aeusseres zu eigen machen können, ohne es gleich zu verbrauchen, so verhält sich das für sie auch mit der Bewegung; sie zeigen Bewegung, welche in dem Augenblicke ihnen nicht von Aussen übertragen, nicht durch Aufnahme von Aeusserem, sondern durch die Umänderungen

in ihnen selbst erzeugt oder doch wesentlich bestimmt wird. Am meisten entfernt von dem Organischen würde stehen ein anorganischer Körper, welcher gänzlich unveränderlich, auf alle äusseren Einwirkungen nur mit Bewegung im Raume antwortet, Alles sofort und gänzlich damit begleichend. Bei übrigens gleichen Umständen thun das am ersten die kleinsten Körper.

Organische Körper in Menge und Beschaffenheit der Theile veränderlich, können also mit dem, was sie sich zu eigen machen, Spannkräfte sammeln und unter gewissen Umständen frei geben, aber die letzten Motive zu den an ihnen stattfindenden Bewegungen geschehen ebenso durch die chemischen, mechanischen und anderen physikalischen Beziehungen der Theile zu einander, wie die Bewegungen an anorganischen Körpern. Dabei ist, wie es scheint, für Protoplasmabewegung stets Oxydation und Kohlensäureausathmung Bedingung.

Wenn die eigene Bewegung allein oder wesentlich vom Protoplasma oder von aus diesem sich entwickelnden höheren Eiweisskörpern geschieht, herrührt von einer Umwandlung in diesen Substanzen und beglichen wird durch Aufnahme neuer Stoffe in der Ernährung und Ausscheidung der zur Unwirksamkeit heruntergesetzten, so würde für die Ausscheidung auch überall in Betracht kommen der Stickstoffgehalt der Eiweisskörper. Bei den Thieren sind dem entsprechend stickstoffhaltige Ausscheidungen ganz verbreitet, theils als Säuren, Harnsäure, Hippursäure, theils als Basen Harnstoff, Kreatin, Leucin, Guanin, und die Abscheidungen, welche noch mechanisch dienen, Chitin, Fibroin, Serolin, Konchyolin, in Insektenhäuten, Schwammfasern, Seide, Muschelschalen sind ebenfalls stickstoffhaltig. Bei Pflanzen werden diese an sich geringen stickstoffhaltigen Abfälle der Protoplasmaarbeit wie stickstoffhaltige zugeführte Körper in der Regel wieder assimilirt in der Antithese des Verbrauchs und des Aufbaus organischer Substanz, und stickstoffhaltige Exkretionen können nur unter besonderen Umständen wahrgenommen werden. So treten an Stelle der stickstoffhaltigen Säuren die stickstofffreien Apfelsäure, Oxalsäure, Citronensäure, Kumarinsäure und viele andere neben der ausgehauchten Kohlensäure auf und die abgeschiedene Zellulose ist stickstofflos. Doch giebt es auch in den Pflanzen neben den stickstoffreichen arbeitenden Protoplasmamassen oder den in Samen und Früchten in Reserve gelegten dem Albumin, Kasein, selbst in der Papajafrucht, nach Vauquelin, dem Fibrin entsprechenden Körpern, stark stickstoffhaltige abgeschiedene Basen von hervorragenden Eigenschaften wie Strychnin, Kaffein, Morphin, Nikotin und andere, welche, auf thierische Körper stark einwirkend, sicher auch beim Keimen der Pflanzensamen, in welchen sie vorkommen, einen Einfluss üben. Gorup Besanez hat übrigens neben Asparagin während des Keimprozesses der Wicken auch Leucin von den durch Kochen gewonnenen Eiweisskörpern

absondern können, ein ebenso im thierischen Körper auftretendes Zersetzungsprodukt des Eiweisses. Die chemische Grundlage der fauligen Gerüche vieler Blüthen kann gewiss nicht bezweifelt werden. Wenn sich auch Förderung unserer Kenntniss aus genaueren Untersuchungen über alle Befunde und Vorgänge des Stoffwechsels erhoffen lässt, so ist doch anzunehmen. dass die Resultate immer mehr die Uebereinstimmung des Stoffwechsels, soweit auf ihm die eigene Bewegung beruht, in den Pflanzen und in den Thieren bestätigen, nicht aber Anhalt zu einer Sonderung geben werden?

Wir haben bis dahin diese Bewegung die eigene genannt und den gewöhnlichen Ausdruck der spontanen Bewegung mehr zurücktreten lassen, weil sich mit diesem die Voraussetzung eines Willens zu verbinden pflegt. Nach dem Gesagten ist es möglich, eine eigene Bewegung zu unterscheiden, wenn sie gleich an sich nicht scharf von der übertragenen gesondert und auch nur wegen der eigenthümlichen Verbindung mit der Ernährung und Erhaltung an den organischen Körpern von dem an dem Anorganischen Geschehenden abgetrennt erscheint. Ist es möglich, in dieser eigenen Bewegung eine spontane, willkürliche oder doch bewusste von einer unwillkürlichen, unbewussten zu unterscheiden und damit eine Gränze zwischen Thieren und Pflanzen zu gewinnen? Die Gränze würde dann durch das Bewusstsein oder, da dieses aus dem Empfinden herrührt, vielleicht durch die Empfindung gegeben sein. Ist es also möglich, nachdem die eine der sogenannten animalen Eigenschaften, die Bewegung, als Kriterium hinfällig geworden ist, die andere, die Empfindung, zu retten?

Empfindung kann nur erschlossen werden aus Bewegung, Ortsbewegung, Formveränderung. Der Schluss ist aus Analogie; wir haben im ersten Buche darüber geredet. Die Frage wäre: kann ein Theil der auf sonst merkliche, äussere, oder nur aus der Bewegung selbst erschlossene, innere Reize, Antriebe geschehenden Bewegungen an organischer Substanz mit mehr Recht mit denen verglichen werden, welche wir selbst auf Empfindungen hin und mit Bewusstsein vornehmen. Das Bindeglied würde hier der Nutzen sein, für welchen man gewöhnlich Zweck, Absicht, Wille einschiebt. Von oben an ist das das schwierigste biologische Kapitel. Die Frage scheint im Prinzipe nur so gelöst werden zu können, dass man statt „freier Wille" ein für allemal „Wille" setzt. Dass unser Wollen nicht etwas für sich Stehendes, Freies sei, sondern aus unserer Erfahrung, unserem Erlebten, geistig wie körperlich, so wie es im Augenblick ist, hervorgehe, wird wohl überhaupt nicht bezweifelt. Der Streit dreht sich nur darum, ob etwas für sich Wirksames, Entscheidendes vorhanden sei. Die Frage wird vereinfacht, wenn wir den Willen nur als Bewusstsein der Folgen dessen, was wir thun oder was thuend wir uns uns vorstellen, verstehen, als Bewusstsein des Effektes, des Nutzens im weitesten Sinne des Wortes, des uns Bequemen, des aus uns Resul-

tirenden. Das Bewusstsein bliebe darum immer eine undefinirbare Eigenschaft, aber das Störende, was aus dem sogenannten freien Willen erwächst, welchen man sich im Gegensatze, in Willkür, gegenüber dem naturnothwendig Geschehenden, vorzustellen pflegt, käme in Wegfall. Dass dieses Bewusstsein, welches auf Erkenntniss und Erinnerung beruht, darum weniger wunderbar und gross sei, kann nicht behauptet werden; die Thatsachen bleiben dieselben.

Um Bewegungen organischer Körper daraufhin einer Untersuchung zu unterziehen, ob sie Willen anzeigen, spontan seien, hat es dem entsprechend auch kein anderes Mittel gegeben, als zu prüfen, ob in den Bewegungen etwas sei, was Erkenntniss des Nutzens der Bewegung, also Erkenntniss der Beziehungen der verschiedenen Umgebung für den organischen Körper, und Erinnerung, Möglichkeit der Sammlung von Erfahrungen, beweise. Jede Bewegung, welche das Nützliche sofort, oder doch nach einigen Umwegen, Erfahrungen über den Nachtheil anderer Bewegung oder der Bewegungslosigkeit, trifft, muss danach den Eindruck einer bewussten Bewegung, einer gewollten, nach dem Verständniss Anderer einer willkürlichen, aus freiem Willen gewählten machen. Man müsste also die Bewegungen in nützliche, d. h. den Gang des Lebens fördernde und unnütze oder schädliche eintheilen. Der Gang des Lebens, das Gedeihen muss dabei im weiteren Sinne genommen werden, so dass das an einem Theile gebrachte Opfer im Interesse eines grossen Ganzen als nützlich angesehen werden kann. In diesem weiteren Sinne werden diejenigen Bewegungen, welche am allerschwersten ausgelöst werden, am sichersten nützlich sein, diejenigen, welche am leichtesten eintreten, wenn auch einerseits möglicher Weise den stärksten Nutzen bringend, doch auch andererseits am kostspieligsten sein und am meisten Gefahr laufen, nutzlos verwandt zu werden; die leichte Auslösung wird für den Nutzen die stärksten Schwankungen bringen.

Wenn wir Beispiele wählen, so finden wir die Bewegung eines pflanzlichen Spermatozoids während einer gewährten Zeit lebhaft fortdauern; falls es durch seine Bewegung, vielleicht in Combination mit einer Wasserströmung oder etwas Anderem, an eine Oosphäre gelangt, wird durch die Begegnung für diese Pflanzenspezies ein förderlicher Effekt, Befruchtung, Fortpflanzung erreicht. Die Bewegung ist in diesem Sinne nützlich, obwohl sie einen sehr unbestimmten Charakter trägt, mehr vom Zufalle für das Ziel abhängig erscheint, vielleicht nur an letzter Stelle durch eine Anziehung der Oosphäre gefördert, geleitet. Wenn in den Zellen von Mnium, wie Famitzin berichtet, die Chlorophyllkörnchen am Tage von den Seitenwänden, welchen sie bei Nacht anlagerten, gegen die oberen und unteren Wände hinziehen, so ist das für die Chlorophyllarbeit in der Beleuchtung nützlich, ebenso, wenn die freibeweglichen chlorophyllführenden Euglenen sich ganz dem Lichte zu bewegen. Es ist gar nicht unmöglich, dass die rothen

Punkte, Ehrenberg's Augenflecke, dabei als ganz besonders leicht die dazu nöthigen Vorgänge einleitende Körper anzusehen sind und dabei doch die ganze Bewegung, wenn auch nicht wie Naegeli das für Diatomeen meinte, auf blosse Attraktion und Emission von Flüssigkeit zurückzuführen, doch ganz und gar als die direkte mechanische Folge chemischer Attraktionen zwischen dem Inneren des organischen Körpers und der Aussenwelt zu betrachten sind. Die Sache wird nicht anders, wenn wir Form- und Ortsveränderungen aus amöboider Bewegung nehmen, oder wenn wir eine Flagellate mit ihrer Geissel an fremden Körpern herumspielen sehen, bis sie endlich zur Ruhe, zum Festwachsen und Auswachsen kommt. Im einzelnen Falle ist da kaum zu entscheiden, ob nur die Bewegung im Allgemeinen nützlich war, dadurch, dass sie die Keime in Ablauf der Wechselwirkung ihrer Substanz und des lufthaltigen Wassers u. s. w. nach allen Richtungen hin ausstreute, in solcher Zahl, dass das Zugrundegehen Vieler gleichgültig ist, oder ob die spezielle Form und Dauer der Bewegung, indem sich solche nach bestimmter Richtung, gemäss den Umständen, richtete und ihr Erlöschen auch von besonderen Umständen ausserhalb des bewegten Organismus bedingt wurde. Geht im letzteren Fall, wie oben die Euglenen zum Licht, ein solcher Körper mit Bevorzugung an den besseren Ort, wird er ruhend an der besseren Stelle, wer mag dann sagen, dieser thut das nur in Folge der im Augenblicke auf ihn stattfindenden Einwirkungen, seine Bewegung wird nur mechanisch bestimmt, jener aber aus Erkenntniss oder doch, er hat zugleich Erkenntniss des erwachsenden Nutzens, er vollführt diese Bewegung bewusst, mit Willen, getrieben von schon früher an ihm Geschehenem, und wer wieder kann da noch Instinkt und freien Willen unterscheiden? . . . .

Eine Diatomee geht mit ihren leisen zitternd schwankenden Bewegungen mit einer Schnelligkeit von drei bis fünfzig Centimetern in der Stunde dem Lichte zu, sie stösst an einen Gegenstand, prallt zurück und kommt in etwas veränderter Richtung wieder heran. Bei den Beobachtungen unter dem Mikroskop ist es wegen der besonderen und engen Verhältnisse gewöhnlich, dass sie wiederholt anstösst, nicht am Hinderniss vorbei kommt, alle ihre Bewegungen nutzlos, planlos, erscheinen. Was aber könnte wohl im Allgemeinen für eine Diatomee nützlicher sein, als immer wieder dem Lichte zuzustreben, welches ihr den offenen Weg zeigt und sie an Stellen führt, wo sie lebhafter assimiliren kann. Soll man einen höheren Anspruch erheben, dass der scheinbare augenblickliche Nutzen um eines zukünftigen willen ausser Acht gelassen werde, und wo soll die Gränze gezogen werden? Oder hat etwa der bewusste, Pläne machende Mensch, stets die Kraft, seine Pläne durchzuführen? Könnte man nicht behaupten, es sei der Diatomee in ähnlicher Weise schmerzlich, nicht an jenem Hinderniss

vorbei zu kommen, als uns, wenn uns der Strom und der Wind statt in den Hafen auf Klippen führen?

Wäre das Chlorophyll allen Pflanzen und nur ihnen eigen, oder doch überall in Pflanzen eine ähnliche arbeitende Substanz vertreten, und das auch in beweglichen abgesonderten Theilen, Organen, von Pflanzen, und dieses Chlorophyll so stark thätig, dass auch in solchen die pflanzliche Assimilation im Lichte alles Andere überwöge, dann würde wohl alle pflanzliche Bewegung sich zum Lichte bestimmter Wellenlänge wenden und daran erkannt werden können. Da das aber keineswegs der Fall ist, so werden die Bewegungen an Pflanzen zum Theil nach ihrem Charakter nicht von thierischen unterscheidbar sein und wenn nicht andere Hülfsmittel, welche sich auf die Bewegung mit beziehen und sie weiter erläutern können, gegeben sind, werden auf Art der Bewegung, ob gewollt, bewusst, ob auf Empfindung, Reizung zweckmässig, nützlich oder ohne das Alles geschehend, die Gränzen zwischen Thieren und Pflanzen nicht gezogen werden können, weil auch die Bewegungen der Pflanzen für ihr Gedeihen nützlich sind und die Gränzen zwischen dem Nutzen und den höheren Kategorieen nicht gezogen werden können. Wenn wir aus der Bewegung einen bestimmten Anhalt nicht zu gewinnen vermögen, so fällt damit auch das Kriterium der Empfindung weg, da wir diese nur aus Bewegung erschliessen können.

Wenn wir Ausgang nehmen von höheren Thieren, so finden wir bei ihnen als Grundlage einer sehr hohen Differenzirung der Gewebe und Organe in Bau und Leistung die Sonderung einer Gruppe von Geweben, welche wir in dem Kapitel von der Summirung und Differenzirung der einfachen Bestandtheile als ein mittleres Blatt oder eine mittlere Lage von den kontinuirlichen äusseren und inneren epidermoidalen oder epithelialen unterschieden haben und welches sehr gewöhnlich durch das Coelom in ein der äusseren, sekundär annimalen, und ein der inneren, sekundär vegetativen, zugetheiltes Gewebslager getheilt, doch in diesen Theilen in sehr wichtigem Zusammenhang und geweblicher Congruenz blieb. Dieses mittlere Blatt, in unserem Sinne, welchem wir also alle Muskeln, Nerven, Bindegewebsbildungen einschliesslich Knorpeln und Knochen zutheilen, ist, es mag zu mehr oder weniger vollkommener Organisation ausgebildet werden, etwas, welchem bei Pflanzen nichts vergleichbar ist, und Alles was diese besondere Gewebsdifferenzirung ausbildet, kann auf eine Seite gestellt werden, während die von der äussersten oder innersten Zellschicht herrührenden Bildungen, Absonderungen oder Organentwicklungen für Thiere und Pflanzen sehr vergleichbar sind. Namentlich gilt das für die Drüsen der Pflanzen, gegen die Umgebung scharf abgesetzte Zellgruppen, welche sich auflösen und so einen, oft von besonderen Gewebsschichten umgebenen mit Exkreten, zumal ätherischen Oelen, erfüllten Hohlraum bilden, während auf ihrer Entwicklung

bei den Thieren die physiologische Erhebung der ektodermalen und endodermalen Oberflächenschichten beruht. Das gestattet, Thiere ohne Verdauungshöhle aufzunehmen, Thiere ohne Blutgefässe, Thiere ohne Coelom. Verlangt bleibt eine histologisch und physiologisch sich differenzirende Lage und zwar liefert die Differenzirung in ihrer Vollendung erstens Muskelgewebe, meist zweitens neben diesem und gegensätzlich, als Hülle, als Zwischensubstanz, in besonderer Modifikation und Aufbau von Skeleten der Bewegung durch Elastizität, Starrheit, Gewicht u. s. w. Widerstand leistende, sie gliedernde, richtende Gewebsarten, welche wesentlich aus dem Bindegewebe abgeleitet werden können, welche aber auch ersetzt werden können durch starre Absonderungen der epidermoidalen oder epithelialen Lager, und meist endlich drittens besondere nervöse Gewebe. Das Auftreten besonderer kontraktiler Zellen in Gewebskomplexen würde also alle diese Thiere auszeichnen und die Erhöhung des Thieres über die Pflanze würde in ihnen soweit gegeben sein. Diese Gewebsdifferenzirung noch unvollkommen eingeleitet würde nach Kleinenberg Hydra zeigen, aber wahrscheinlich mehr in mangelhafter räumlicher Sonderung des nesselkapseltragenden Ektoderms vom Mesoderm als in mangelnder geweblicher Differenzirung. Die Lager griffen hier in einander. Wenn man amöboide Zellbewegung ohne solche Differenzirung, arbeitende Wimpern, Geisseln, welche einzelne Zellen oder äussere Lager ausrüsten, ohne dass innen differenzirte kontraktile Zellen folgen, Spalten, welche zu Hohlräumen führen, solche Hohlräume selbst, auch wenn mit Drüsen ausgerüstet und durch Sekrete wirksam, Gefässe, soweit sie nicht begleitet werden von besonderen Lagen kontraktiler Zellen, wenn man Alles das nicht als Beweise thierischer Natur anerkennt, weil es in Reihen vorkommt, welche zu Pflanzen hinführen, welche dergleichen, dem Thiere Verglichenes, nicht zeigen, so stellt alle bei Pflanzen vorkommende Thierähnlichkeit sich zugleich heraus als nur Folge von besonderer Entwicklung einer äusseren Zelllage, welche wohl durch Einstülpung innerlich werden kann, welche es aber nicht zur Absonderung einer besonders hoch animalen Zwischenschicht gebracht hat.

Scheinbare Schwierigkeiten für Anwendung dieses Prinzips auf die Schwämme würden nach den Untersuchungen von Metschnikoff wegfallen *). Es hätte sich bei ihnen eine kontraktile und Skelet bildende Schicht von der die Aussenlage vertretenden, Wimpern tragenden abgesondert; die Ausbildung der letzteren, ihre Vertretung in Ektoderm und Endoderm könnte wohl mangelhaft sein, so dass jenes vermisst würde, das wäre aber sekundär und thäte der Entwicklung eines Mesoderms keinen Eintrag; das letztere bildete später die äusserste Lage.

---

*) Man vergleiche dazu die Anmerkung zu Seite 306.

Um weiter hinab Boden zu gewinnen, müsste man von den Wimperinfusorien die Gruppe der Spastica, der Vortizellen, Stentoren und Verwandten auslesen. Wenn auch nicht als Zelllager, doch als unterscheidbare Schichten und Stränge sind hier besondere kontraktile Elemente gegeben und an ihnen von Kölliker, Schmidt und Stein sogar Querstreifung nachgewiesen. Nach Leydig und Ed. van Beneden soll auch den Gregarinen eine besondere kontraktile Lage unter ihren Hüllen zukommen. Von dem Augenblick an, dass Zelllager nicht mehr deutlich charakterisirt sind, wird freilich alle Unterscheidung in dieser Beziehung unscharf.

Nur bevor man die Fortpflanzung der Thallophyten kannte, konnte man glauben, aus der Fortpflanzung Kriterien für die Gränze von Thieren und Pflanzen gewinnen zu können. Aus dem oben Gesagten geht schon hervor, dass bei Pflanzen unter den verschiedenen ihnen eigenen Befruchtungsweisen solche vorkommen, welche genau der den Thieren, bis zu den obersten, gewöhnlichen Weise gleichen; beiden Reihen kommt auch die Fortpflanzung auf ungeschlechtlichem Wege zu und die einiger Maassen eine Zwischenform bildende Fortpflanzung durch weibliche Sexualprodukte, welche der Befruchtung nicht bedürfen, wird, wie für Thiere, so auch wohl für einige Fälle bei Pflanzen festgehalten werden können. Es wäre vielleicht zulässig, die Conjugation als eine Vermehrungsmodalität zu bezeichnen, welche nur unter so niedrigen Organisationsverhältnissen möglich sei, dass wir alle Organismen, welche sich dieser Vermehrungsmodalität bedienen, von den Thieren ausschliessen sollten. Das würde dann auch auf Infusorien anzuwenden sein.

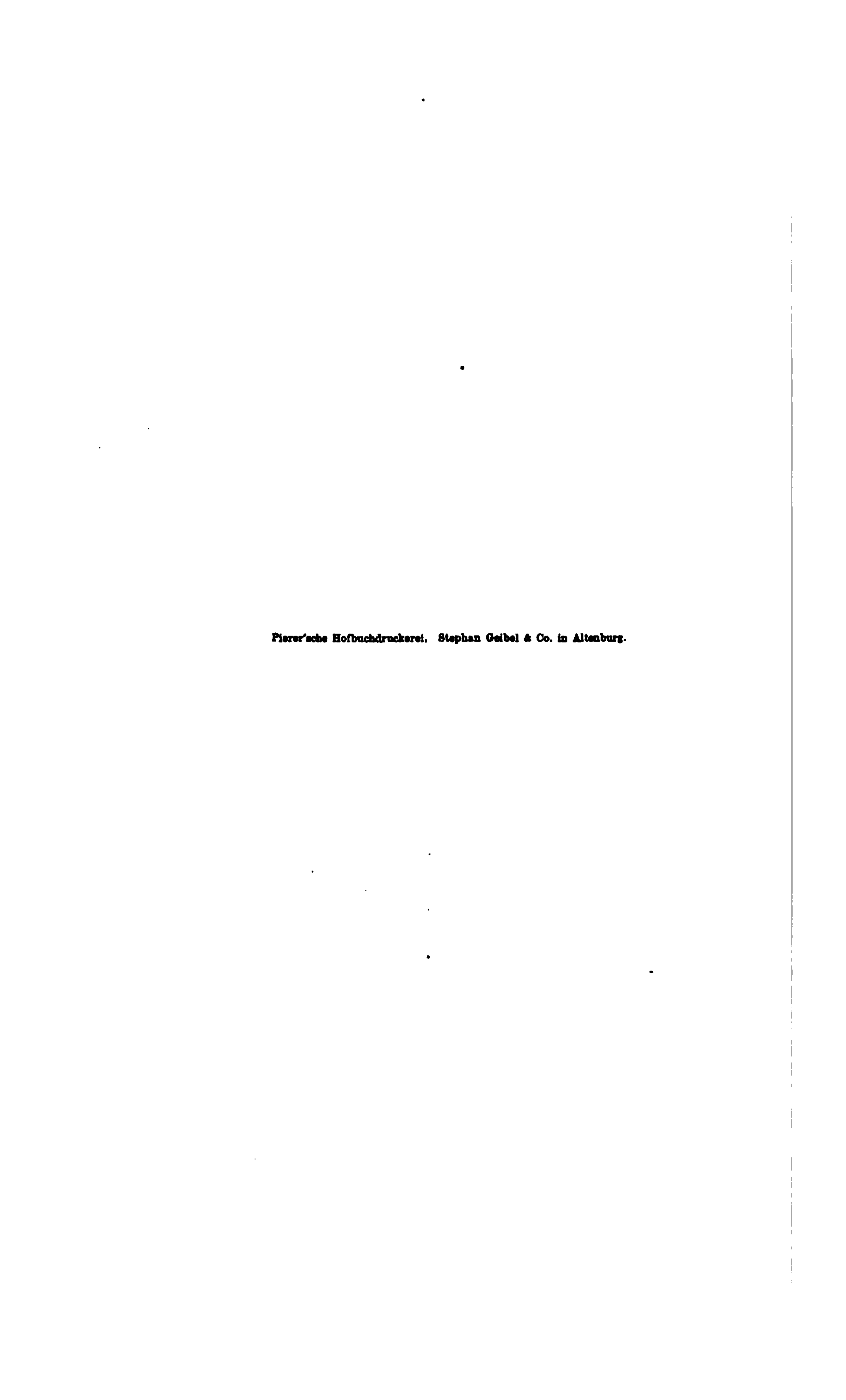
Es giebt demnach Eigenschaften, welche man, weil sie ausgezeichneten Pflanzen zukommen, als vorzüglich pflanzliche Eigenschaften bezeichnen kann: fester Abschluss der Zellen und starre Form durch Celluloseabscheidung; Beschränkung der Bewegung auf das Plasma in den Zellen mit geringer Reizbarkeit, seltener freie amöboide Wimper- und Geisselbewegung, nie besondere Bewegungsgewebe noch Empfindungsgewebe; reichliche Vermehrung durch Knospung und Theilung; Chlorophyllarbeit; Kohlensäurefixirung. Andere sind vorzüglich thierische: energische, rasch auf Reize reagirende Bewegung, auf Empfindung schliessen lassend; besondere Gewebe für Bewegung und meist für Empfindung; selten Vermehrung durch Knospung; deshalb das Individuum gewöhnlich gestaltlich abgegränzt, die Theile dem ganzen gut unterworfen; der Stoffwechsel zwischen ihnen nicht durch Cellulose verlangsamt; keine Chlorophyllarbeit, deshalb nur Verbrauch organischer Substanz, welche schliesslich von Pflanzen entnommen werden muss und fast immer vermittelst besonderer Verdauungshöhlen aufgenommen wird. Diese Eigenschaften sind in den verschiedenen Organismen ungleich verbunden, einige haben den Chlorophyllmangel und damit in der Hauptsache thierische

Ernährung mit der starren Gestalt und dem Mangel der freien Bewegung der Pflanzen, andere haben das Chlorophyll der Pflanzen aber die freie Bewegung der Thiere. Die starke Entwicklung pflanzlicher Charaktere schliesst die thierischen mehr und mehr aus und die Vervollkommnung der thierischen die pflanzlichen, aber nirgends giebt eine bestimmte Qualität oder Funktion eine unbedingte allgemeine Handhabe zur Unterscheidung. Die Verbindung und Vertheilung der Eigenschaften ist sehr ungleich in den verschiedenen Phasen des Lebens und den verschiedenen Theilen desselben Individuums. Auf den kritischen Gebieten muss nach einem Mehr und Weniger aus dem Gesammtbild der Lebensvorgänge entschieden werden, ob man den einzelnen Organismus nach dem Complexe seiner Eigenschaften dem Begriffe Thier oder Pflanze einordnen, d. h. ob man den Begriff so bilden will, dass er jenen Spezialfall zu umgreifen geeignet ist.

Auf alle Fälle, wenn man die Pflanzen als die Gruppe annimmt, aus welcher sich die Thiere erheben, gegen deren Eigenschaften sie sich also als höhere auszeichnen sollen, würden diejenigen Wesen, welche wirklich nicht über die Eizelle oder über den Eiplasmakörper hinauskämen, da dieses ganz den Pflanzen zukommende, diesen mögliche Bildungen sind, also nach Häckel's Charakteristik seine Ovularia, als Thiere nicht angesehen werden können. Man wird den Pflanzen hierhin eine Erweiterung geben müssen. Durch die Vermittlung der Myxomyceten kann ihnen alles Amöboide angeschlossen werden; wahrscheinlich durch die Saprolegnien werden die Gregarinen vermittelt, für welche Bütschli übrigens auch amyloide Substanz nachgewiesen hat. Für die Radiolarien werden solche verbindende Glieder noch zu bestimmen sein und wird es sich im Allgemeinen wegen deren eigenthümlicher, noch zu wenig verstandener Organisation, darum drehen, höhere Organisation ohne deutliche Zusammensetzung von Geweben aus Zellen zu vermitteln. Die Akineten würden sich den Amöben anschliessen und nur noch die Behandlung der Wimperinfusorien würde erhebliche Schwierigkeiten zu bieten scheinen, weil in ihnen nicht allein Bewegung von Wimpern sich mit Plasmakontraktionen zu raschen Gestalts- und Ortsveränderungen verbindet, die Bewegungen durch diese Lebhaftigkeit, den Wechsel, vielleicht auch dadurch, dass organische Körper die Anziehungspunkte darstellen, nicht das Licht anzieht, eher als bewusst erscheinen, sondern auch Mundöffnungen und bestimmte Afteröffnungen die allerdings auch in der Substanz der Amöben stattfindende Verdauung erheben, die Vakuolen bestimmtere Formen und geordnete Funktionen bekommen. Dazu kommt, dass sie ausser dem fraglichen Farbstoff des Stentor kein Chlorophyll, ausser den fraglichen, vielleicht auch nicht stickstofflosen Häuten eingekapselter Glaukomen u. s. w. keine Cellulose besitzen. Bei ihnen würden besondere Muskellager ohne deutliche Zellgliederung, bei Hydren und Spongien

neben deutlicher Zellgliederung als der Anfang thierischer Organisation auftreten. Durch solches Auftreten gesonderter Lagen kontraktiler Substanz wird die Beweglichkeit unabhängiger gestellt von dem, was im Augenblick dem übrigen Parenchym begegnet; das erhöht sich weiter, wenn früher Erfahrenes in einem besonderen Gewebe, dem Nervengewebe aufgespeichert sein und von dort aus erst später auf das Muskelgewebe wirken kann.

Obwohl der Unvollkommenheit aller Abgränzungen bewusst, möchten wir danach von den Protozoen nur die Infusoria ciliata als Thiere bezeichnen, mit Vorbehalt besserer Belehrung durch die noch nothwendigen weiteren Untersuchungen über ihren Bau und ihr Leben.



Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Druckfehler.

Seite 1 Zeile 7 von unten lies „Es“ statt „Est“.
„ 5 „ 12 von unten lies „organische“ statt „organischer“.
„ 13 „ 15 von oben lies „Allgemeinen“ statt „Al gemeinen“.
„ 22 „ 1 von oben lies „degli Alessandri“ statt „degli, Alessandri“.
„ 23 „ 6 von unten lies „Thiere“ statt „Thieren“.
„ 33 „ 12 von oben lies „unkörperlichen“ statt „körperlichen“.
„ 49 „ 17 von unten ist das Komma zu streichen.
„ 50 „ 1 von unten lies „ein“ statt „in“.
„ 54 „ 1 von oben lies „tomie“ statt „omie“.
„ 61 „ 4 von unten lies „Kammer“ statt „Kammcr“.
„ 72 in der Figurenerklärung lies „Flusskrebses“ statt „Fluss rebses“.
„ 84 Zeile 10 von unten lies „Verlagerung“ statt „Vorlagerung“.
„ 87 „ 7 von oben lies „des Tyrosin“ statt „das Tyrosin“.
„ 97 „ 19 von unten lies „bildet“ statt „dildet“.
„ 109 „ 10 von oben lies „Essigsäure“ statt „Essigsäuren“.
„ 110 „ 6 von unten lies „Protamin“ statt „Protein“.
„ 119 „ 11 von oben lies „allergewöhnlichsten“ statt allgewöhnlichsten“.
„ 120 „ 20 von unten fehlt hinter „Cestoden“ ein Komma.
„ 120 „ 12 von unten lies „Götte's“ statt „Göttes's“.
„ 131 „ 17 von unten lies „Zelllager“ statt „Zelllage“.
„ 137 „ 15 von oben lies „chaeten“ statt „hoeten“.
„ 139 „ 2 von oben ist das Komma nach „schwärme“ zu streichen.
„ 149 „ 4 (des Textes) von oben lies „Nylgau“ statt „Nylnu“.
„ 151 „ 14 von unten lies „der weitre“ statt „die weitre“.
„ 180 „ 5 von oben lies „diesem“ statt „diesen“.
„ 202 „ 18 von unten lies „gewelkten“ statt „gewolkten“.
„ 209 „ 21 von unten lies „Brut Stammenden“ statt „Brutstammenden“.
„ 258 „ 9 von unten lies „prorsa“ statt „prossa“.
„ 284 „ 15 (des Textes) von oben lies „auszufüllen“ statt „ausfüllen“.
„ 300 „ 16 von oben lies „gegliedert“ statt „geliedert“.
„ 310 „ 13 von unten lies „Ciliata“ statt „Ciliatae“.
„ 328 „ 15 von oben lies „Chroococcaceen“ statt „Chrooccaceen“.

Allgemeine Zoologie

oder

Grundgesetze des thierischen Baus und Lebens

von

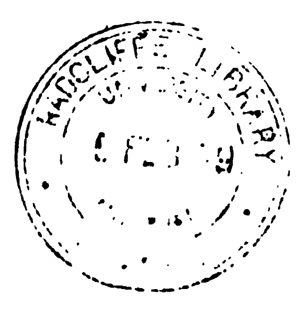
H. Alexander Pagenstecher

Med. und Phil. Dr., ord. öff. Professor der Zoologie, der Palaeontologie und der landwirthschaftlichen Thierlehre, Director des Zoologisch-Zootomischen Instituts und Museums, des Museums für Palaeontologie und des Instituts und Museums für landwirthschaftliche Thierlehre an der Universität Heidelberg.

Zweiter Theil.

Mit 206 Holzschnitten.





Berlin.

Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey.

Verlagsbuchhandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.

1877.



Allgemeine Zoologie

oder

Grundgesetze des thierischen Baus und Lebens

von

H. Alexander Pagenstecher

Med. und Phil. Dr., ord. öff. Professor der Zoologie, der Palaeontologie und der landwirthschaftlichen Thierlehre, Director des Zoologisch-Zootomischen Instituts und Museums, des Museums für Palaeontologie und des Instituts und Museums für landwirthschaftliche Thierlehre an der Universität Heidelberg.

Zweiter Theil.

Mit 206 Holzschnitten.





Berlin.

Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey.

Verlagsbuchhandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen.

1877.

Vorwort.

Die Berathung mit sachverständigen Freunden liess erkennen, dass meine allgemeine Zoologie nicht wohl eines Abschnittes entbehren dürfe, welcher durch Darstellung der Organisation und Funktionen in den zusammengesetzten thierischen Körpern genügende reale Grundlagen gewähre für Kapitel mehr spekulativen Charakters.

Als im Sommer 1875 der erste Theil dieses Werkes erschien, war von einem solchen zweiten Abschnitte bereits ein erheblicher Theil gearbeitet und Einiges gedruckt. Darnach aber zwang mich eine Augenentzündung, meine Thätigkeit für sieben Monate gänzlich aufzugeben und für längere Zeit einzuschränken.

So konnte ich erst jetzt die vorliegende Abtheilung mit den Kapiteln der Verdauung und des Kreislaufes fertig stellen. Für die Verzögerung bitte ich um Nachsicht und für diesen zweiten Theil um eine ebenso wohlwollende Aufnahme, wie sie dem ersten geschenkt worden ist.

Den Schlusstheil des Werkes hoffe ich, Anfang nächsten Jahres erscheinen lassen zu können.

Heidelberg, 1. März 1877.

Der Verfasser.



Inhalt.

IV. Buch: Organisation und Funktionen der Thiere. Organe des vegetativen Lebens.

Ernährung.



Inhalt.

IV. Buch: Organisation und Funktionen der Thiere. Organe des vegetativen Lebens.

Ernährung.

Wir schreiben damit dem vegetativen Apparate die Epithelien zu, diese überall, mögen sie äussere Bedeckungen bilden oder innere Höhlen auskleiden, mögen sie sich in jener oder in dieser Stellung zu den verschiedenartigsten Drüsengeweben entfalten, mögen sie am Aufbau der Gefässe als Wandbekleidung Antheil nehmen oder in anderen besonderen Organen vom Zusammenhange mit den Zelllagern freier Oberflächen ganz abgeschnürt sein.

Die Betrachtung der Organe und Funktionen des vegetativen Lebens ist also in der Hauptsache die Betrachtung der Entwicklungsmodalitäten und Leistungen epithelialer Zelllager; das dabei von animalen Schichten Geleistete kommt, wenn diese auch organisch auf das Innigste jenen verbunden sind, nur sekundär in Betracht. Die Untersuchung der Organe und Funktionen des animalen Lebens dagegen verfolgt die Entwicklungsmodalitäten und Leistungen des Mesoderms in unserem, erweiterten, Sinne.

Obwohl wir, dem Wesen einer allgemeinen Zoologie entsprechend, die Beschreibung der Organe und Funktionen nur in grösseren Zügen machen können, aus dem Einzelnen nur Beispiele für die Modifikationen wählend, ist es doch unerlässlich, von den Thierformen der verschiedenen Gruppen einige Vorstellung zu geben, namentlich die im grossen Rahmen des Systems angedeuteten Eigenschaftsverwandtschaften etwas mehr in's Einzelne zu erläutern. Indem dies beim ersten Kapitel, dem der Verdauung, welches dadurch für die Reihenfolge der Gegenstände mehr gebunden ist, erledigt wird, ist nach Feststellung dieser Grundlagen eine freiere und kürzere Behandlung möglich.

Organe und Funktionen des vegetativen Lebens.

Ernährung.

Die Ernährung thierischer Substanz erfolgt an letzter Stelle durch Eintritt von Stoffen in die Substanz selbst, Tränkung der Gewebselemente mit Nahrungsmaterial, welches entweder flüssig oder in der Berührung mit der organischen Substanz verflüssigbar sein muss. Der Eintritt der Stoffe wird dabei sehr gewöhnlich nach einer Antithese des oxydirenden Sauerstoffs gegenüber der übrigen Aufnahme gegliedert, so dass man in der Regel die Sauerstoffaufnahme als Athmung von der eigentlichen Ernährung zu trennen im Stande ist. Man kann das auch dann, wenn besondere der Athmung dienende Organe fehlen, aber doch noch Theile vorhanden sind, welchen man aus Vergleich neben ersichtlich anderen Leistungen Energieen

in jener Beziehung zutrauen darf. Diese Gliederung geschieht, entsprechend den besonderen Vortheilen, welche die endodermalen Einstülpungen für Bildung von Verdauungshöhlen bieten, und der freien Umspülung des Ektoderms durch Luft oder Wasser, meist in der Art, dass das Endoderm der Ernährung im engeren Sinne, das Ektoderm der Athmung dient. Zuweilen ist jedoch diese Gliederung unvollkommen, fehlend oder gar eher verkehrt. Namentlich giebt es Fälle, in welchen die Ausbildung innerer verdauender Höhlen vermisst wird. Das ist nur möglich, wenn die betreffenden Thiere in einem hinreichend gesättigten und, da sie verdauend auf diese Umgebung nur mit geringem Erfolg einwirken können, auch vorbereiteten Nahrungsstoffe schwimmen, dieser sich an ihre Wände überall oder für einen grossen Theil dicht anlegt. Im Gegentheil können auch innere Höhlen durch Wasseraufnahme eine ähnliche Rolle für die Athmung spielen, wie sie sonst den äusseren, von lufthaltigem Wasser umspülten Flächen zukommt. Es giebt auch eine in der Ernährung abseits stehende Wasseraufnahme in Körperhöhlungen, bei welcher unabhängig von dem eigentlichen Wasserbedürfniss der organischen Substanz zu ihrer Ernährung und von dem Sauerstoffbedarfe, welcher aus im aufgenommenen Wasser enthaltener Luft gedeckt werden möchte, Wasser zur Irrigation, Steifung des Körpers oder einzelner Theile dient und ebenso eine Entleerung solchen Wassers. Die hierbei sich ergebenden Modalitäten sind einerseits geeignet, die Uebergänge zwischen den verschiedenen Arten von Stoffaufnahme, Ernährung, Athmung, Wasseraufnahme zu zeigen, sie als nächst verwandte Funktionen zu charakterisiren, andererseits dadurch die ursprünglich gleiche Bedeutung aller epithelialen Lager noch einmal zu beweisen. Hier hat das zunächst die Bedeutung, dass die äussere Haut, wie häufig im weiteren Sinne für die Ernährung durch die Athmung, so auch unter Umständen im engeren Sinne als wirklich Speise aufnehmendes Organ in Betracht genommen werden muss. Dann die, dass wir bei niederer Organisation, geringer Leistung, geringer Grösse oder gegenüber den Flächen geringem Volumen die Athmung in den die gewöhnliche Nahrung aufnehmenden Organen suchen dürfen, oder doch besondere Organe für dieselbe nicht finden, wodurch das Kapitel von der Athmung lückenhaft wird.

Nahrungsaufnahme und Verdauung.

Der Fall, dass die Nahrung durch den äusseren Körperbeleg aufgenommen wird, ist, obwohl im Prinzipe der nächst liegende, doch thatsächlich ungewöhnlich. Dieser Modalität stehen in der Regel Hindernisse

aus der Beschaffenheit der äusseren Decken ebensowohl entgegen als solche aus dem Wesen der Umgebung. Schalen, harte Chitindecken, Hornplatten und Aehnliches sind von jener Seite zu erwähnen. Sind derartige Verdichtungen nicht vorhanden, so gestatten übrigens unverletzte und undurchbohrte äussere Bedeckungen sehr gewöhnlich einen, wenn auch in gewisser Beziehung eingeschränkten, Wechselverkehr zwischen Organismus und Aussenwelt. Grosse Mengen von Flüssigkeiten können in die Oberhaut ein und durch dieselbe hindurch treten und von aufgelösten Stoffen begleitet werden; Wasserdunst und andere Gase, gewiss unter Umständen auch Wasser und gelöste Stoffe können austreten. Die Oberhaut und ihre Gebilde, z. B. Haare, sind selbst bei horniger Beschaffenheit stark hygroskopisch, so dass ein Thier während seines Winterschlafs trotz Verbrauch durch Stoffwechsel und Mangel an Nahrung zeitweise schwerer werden kann. Ein in Wasser getauchter Frosch kann um $^1/_{18}$, eine Schnecke um $^1/_3$ und selbst $^2/_3$ ihres Gewichts zunehmen. Jahre lang erstarrt, mit den Gehäusen in Sammlungen aufgeklebt, aufgetrocknet, können Schnecken durch feuchte Luft oder im Naturstande durch periodische Regen zu Lebensthätigkeiten erweckt werden. Die unverletzte Oberhaut des Menschen lässt Lösungen von Jodkali, Rhabarber, Moschusdunst*) und andere Stoffe in das Gefässsystem übertreten, so dass sie in der Zirkulation und den Ausscheidungen wahrgenommen werden; ja Fleischbrühe verschwindet durch sie. Verschiedene Stellen resorbiren dabei ungleich rasch und auf der Aussenfläche liegende Schleimhäute oder diesen ähnlich zarte Flächen können ebenso stark und rasch aufnehmen als die Epithelien der versteckten Organe der Verdauung oder Athmung und, wie z. B. die Augenschleimhaut das Atropin, Gifte in gleicher Weise zur Wirkung bringen.

Diese Durchgängigkeit der äusseren Oberhautlager kommt für Wasser und Gase allerdings im Allgemeinen mehr mit dem Charakter einer Gleichgewichtsherstellung in Betracht. Als Weg für eine Nahrungsaufnahme im engeren Sinne kann sie bei eigener günstigster Beschaffenheit des Organismus doch nur zur Geltung kommen, wenn die äusseren Verhältnisse für eine solche Ernährungsweise geeignet sind. Während amöbenartige Körper für ihre geringen Leistungen unter den gewöhnlichen Umständen in Seewasser und Süsswasser hinreichend sicher und in ausreichender Fülle mit organischer Substanz in Berührung treten, scheint solches eigentlichen Thieren nur geboten, wenn sie parasitisch in Gewebe oder Höhlen anderer, in deren Säfte, Ausscheidungen, Speisebrei eingebettet liegen und selbst dann finden wir vielfach die Ausbildung einer Verdauungshöhle und damit grössere Unabhängigkeit von den augenblicklichen Zuständen der Umgebung.

*) Nach Beschäftigung mit der Drüse einer Zibethkatze zum Zwecke der Präparation roch anderen Tages der Harn nach Zibeth. Das ist jedoch wahrscheinlicher durch die Athmungsorgane in den Kreislauf gekommen.

Während des Eilebens, der embryonalen Zustände, ist das anders, allerdings in Verbindung mit besonderen Verhältnissen ektodermaler Theile, welche später durch Umwandlungen ihre Beschaffenheit verändern oder nur Larvenorgane waren und gänzlich abgelegt werden. Zunächst tritt der sich herstellende Thierkörper mit seiner Keimhaut allerwärts in gleiche Beziehung zu den ihn berührenden Stoffen, Dotterresten, Eiweiss, Gallerten, bei gleicher Beschaffenheit seiner Plastiden; Ektoderm und Endoderm sind für Stoffaufnahme nicht zu unterscheiden. Aber auch, wenn bereits bei deutlicher Invagination oder bei einer Dotterumwachsung durch den Keim, welche der Invagination gleiche Verhältnisse herstellt, eine Differenzirung eintrat und das Endoderm mit seiner bevorzugten Thätigkeit für Nahrungsaufnahme im engeren Sinne hergestellt wurde, dann kann doch wieder eine Phase folgen, bei welcher die Nahrungsaufnahme vorzüglich durch das Ektoderm hindurch geschieht. Das stärkste Beispiel ist folgendes: Bei den höheren Wirbelthieren, Allantoidiern oder Amnioten, wird das sogenannte animale Blatt nicht ganz für den Embryo verwandt, sondern ein Theil der Keimhautumwachsung, sehr zart bleibend, schnürt sich von dem eigentlichen Embryo an dessen, allmählich in der Bauchmittellinie, endlich zum Nabel verwachsenden, Bauchseiten ab und bildet den Amniossack. Dieser, anfänglich zu denken als ein einfacher äusserer Ueberzug des inneren Dottersackantheils vom sogenannten vegetativen Blatt, und wie dieser dem Embryonalkörper anhängend, entwickelt sich so ausgebreitet, dass seine Wand sich ringsum gegen den Embryo aufschlägt und er diesen endlich ganz umschliesst, über seinem Rücken verwachsend, den embryonalen Körper in sich einbettend. Durch die Verwachsung bildet die innere Wand der Falte, sich von der äusseren ablösend, einen geschlossenen, auf der Innenfläche am Nabel anhängenden, sonst rings frei umhüllenden Sack, das wahre Amnios. Der äussere Theil mit den weiteren Hüllen des Eies sich zusammenlegend, ebenfalls eine Blase, das falsche Amnios, ist in seiner äusseren Schicht ohne Zweifel als eine Fortsetzung der Oberhautlager des Embryo entstanden. Da die Blutgefässnetze danach, vorzüglich getragen von der aus der Hinterbauchgegend auswachsenden Allantoisblase, sich an der Innenwand des falschen Amnios ausbreiten, so kann die Wechselwirkung zwischen ihrem Inhalte und dem, was für den Embryo die Aussenwelt darstellt, nur durch eine vom Ektoderm herrührende Hautbildung hindurch geschehen. Diese Aussenwelt kann dabei für den Embryo und seine Anhänge oder doch für das gesammte Ei, wenn dieses noch andere Gebilde enthält, wirklich freie Aussenwelt, umspülende Luft oder Wasser sein, mit oder ohne Vermittlung umhüllender weiterer Eitheile, oder auch durch den mütterlichen Körper und dessen, ihrerseits mit wirklicher Aussenwelt in Beziehung tretende, Blutgefässe hergestellt werden. Ist die bezügliche Aussenwelt durch die Luft gebildet, so kann, da thierische Körper aus Gas organische Substanz

aufzubauen nicht im Stande sind, dieser Austausch nur Athmung sein, in anderen Fällen werden dagegen Wasser, Eiweiss, Blutbestandtheile, Schalenkalk und somit alle diejenigen Stoffe in Diffusion durch ein Ektodermallager aufgenommen, welche weiter zum Aufbau des thierischen Körpers dienen. Auch ohne Bildung von Amnios und Allantois kann das geschehen, wenn ein ektodermaler Ueberzug über den inneren Dottersack in einfacher Fortsetzung von der Haut an der Nabelspalte über den Dottersackstiel gegeben ist, und bei lebendgebärenden Rochen und Haien sich der so umkleidete Dottersack als Placenta vitellina den Wänden des mütterlichen Eileiters anlegt und die Blutgefässe von beiden Seiten her in innige Wechselbeziehung treten. Da jedoch hier der Dottersack sehr lange in sich bedeutende Nahrungsmengen enthält, so dürfte die Beziehung nach Aussen in diesem Falle hauptsächlich die Athmung für Blut aus Blut bedeuten, so wie bei im Ei abgelegten und aus diesem mit Dottersack ausgeschlüpften, dann frei im Wasser lebenden Fischen und Amphibien der Dottersack mit dem Endoderm der Nahrungsaufnahme, mit dem Ektoderm der Athmung dient, bis nach und nach beide Geschäfte vom Kopfe aus durch Mund und Kiemen besorgt werden können.

Auch auf andere Weise können in fremde organische Substanz eingebettete Eier, Embryonen und junge Thiere durch Diffusion sich zu ernähren fortfahren, wie das junge Ei sich in den mütterlichen Geweben nährte: Eier der Blattwespen im Pflanzenparenchym, der Hydrachnen oder Wassermilben in den Geweben der Muscheln und andere.

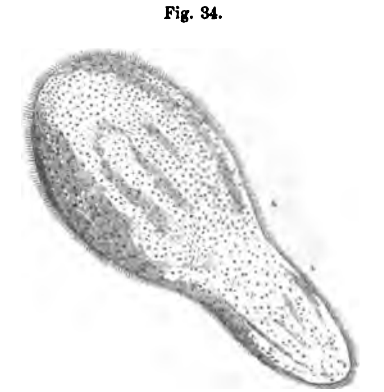
Ueber die ruhenden Zustände von Eiern und Embryonen hinaus kommt Mundlosigkeit vor bei frei schwimmenden Larven, z. B. gewimperten Planulae. Solche verbrauchen jedoch in dieser Lebensphase nur von ihrer Substanz; sie nehmen durch die Haut wohl wesentlich nur Wasser und Sauerstoff auf. Jene Planulae aber führen am bequemsten hinüber zu den Infusoria ciliata astoma.

Wie der Mangel von Verdauungshöhlen oder Abschwächung derselben durch Mangel eines Munds in solchen beschränkten Lebensphasen, in welchen von der Mutter im Ei Material mitgegeben war oder weiter gewährt wurde, eine geringe Bedeutung hat, so auch, wenn solches in vorausgegangenen Perioden hinlänglich vom Organismus selbst angesammelt wurde. Wir finden das beispielsweise bei Insekten, welche in der Puppe oder auch erwachsen des Mundes entbehren. Das gilt ebenso, wenn die ganze persönliche Existenz mundlos verläuft, wie bei Räderthiermännchen, deren ganzer auf eine speziellste Leistung beschränkter Verbrauch durch das Ei gedeckt ist; auch, wo Individuen eines polymorphen Stocks für die Ernährung, Mangels eigener Mäuler, auf ihre vergesellschafteten Geschwister angewiesen sind. Das sind alles Fälle, in welchen die gegebene Form nicht den Ausdruck der Gesammtexistenz bietet.

Es bleiben jedoch darüber hinaus einige Thiergruppen, welche immer, nach Aussen geöffneter Nahrungshöhlen entbehren, nicht sich durch Endoderm ernähren, sondern gänzlich für die Ernährung auf Diffusion durch die äussere Körperwand angewiesen sind.

Die erste dieser Gruppen ist gegeben durch einen Theil der Infusoria ciliata, welchen Theil wir mit den anderen Ciliaten in Ablösung von den übrigen Protozoen, so lange nicht bekannt ist, was weiter aus ihnen wird, bei den Thieren belassen haben, um so mehr, da sie in manchen Stücken den anderen Infusoria ciliata sehr gleichen, für welche weitere Gründe der Einreihung bei den Thieren aus den Gewebsqualitäten beigebracht werden sollen. Ein Theil der Infusoria ciliata holotricha, d. i. der ganz bewimperten, ist nämlich mundlos und wird deshalb als Astoma entweder allen übrigen Ciliaten, den Stomatoda, oder doch den übrigen Holotricha als Familie der Opalina entgegen gesetzt.

Fig. 34.

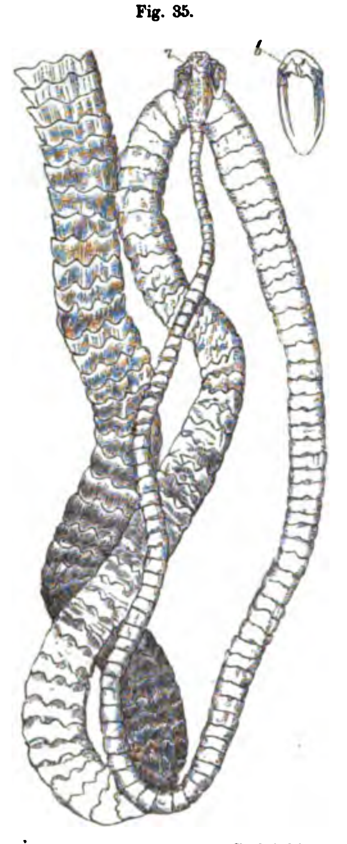


Opalina ranarum Ehrenberg; 100mal vergrössert.

Diese Geschöpfe, gross genug, um mit blossem Auge wahrgenommen zu werden, eiförmig, herzförmig, keulenförmig, bevölkern den Darmschleim besonders der Frösche, vorzüglich der überwinterten. M. Schultze und Kölliker haben Zweifel über ihre Selbstständigkeit geäussert. Sie erinnern in Einigem, abgesehen von der Bewimperung, an Gregarinen, namentlich in der Theilung; man wird ihnen wohl bald besser auf die Spur kommen. Sie nehmen durch Diffusion auf, färben sich durch Galle, platzen durch Wasser. Die Ciliata stomatoda sind ihnen an Organisationshöhe weit überlegen.

Eine zweite mundlose Gruppe, ganz sicher thierisch, ist die der Cestoden, Bandwürmer. Der gefurchte Dotter pflegt sich bei ihnen in einen meist sechshakigen, ungewimperten oder auch in einen gewimperten winzigen Embryo zu verwandeln. Es mangelt, da hiermit eine erste Wachsthumsperiode abgeschlossen ist, eine Invagination und die Gegenstellung des Endoderms zur Bildung einer Verdauungshöhle. Die weitere Entwicklung geschieht an günstiger Stelle nach Abwerfen jener Häkchen durch Grössenvermehrung und Gewebsdifferenzirung, wobei ein muskulöses Mesoderm und ein Hohlraum hergestellt werden, und unter Ernährung auf Kosten fremder Säfte. Dann entsteht an dieser ersten Jugendform, dem Protoscolex, der eigentliche Stamm des späteren Bandwurms, der Deutoscolex, welcher meist oder immer erst wieder an neuer Stelle durch Bildung von Gliedern, welche Geschlechtsorgane führen und deren Vertretung gemäss abgeschnürt sind, zur

Fig. 35.



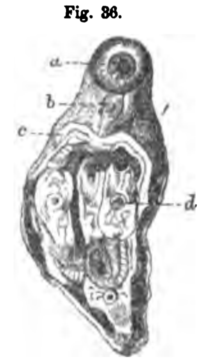
Calliobothrium verticill:tum Rudolphi aus Haifischen von Nizza; etwa 18mal vergrössert.
a. Kopf mit Haftlappen und an diesen mit Haken. b. Einer der vier Haftlappen mit doppeltem Hakenpaar 50mal vergrössert. In anderen Fällen (G. Wagner) hat der Haftlappen drei gegen einander abgegränzte Gruben gezeigt.

Bandwurmkette, Strobila, heranwachsen kann. Der Deutoscolex entsteht am Protoscolex durch Entwicklung einer Stelle der Wand, in welcher sich Zellen anhäufen, zu einer nach Innen vorragenden Knospe. Da diese Knospe ein hohler Zapfen wird mit Oeffnung nach Aussen, so könnte man in ihrer Bildung eine Invagination finden. Später stülpt sich die Knospe vom Grunde aus vor und endlich gänzlich um. Was die Wand des Hohlraums im Zapfen bildete, wird Aussenwand und dient der Ernährung. Es liegt nicht fern, zwischen dieser besonderen Entstehung und der Funktion eine Beziehung zu sehen. Es wäre jedenfalls gleichgültig, dass die Invagination erst in einem späten Zeitraum entstanden ist, auch thäte es nichts, dass mehrere Deutoscolices an einem Protoscolex sich bilden können. Sicher wird bei der Umdrehung des Deutoscolex in Vorstülpung das erst innerliche, jetzt äusserliche Zelllager sehr gedehnt, seine Wände dünn, für die Durchtränkung geeignet; auch mag die Bildung im Verborgenen die Erhaltung einer grösseren Zartheit des Ektoderms begünstigt haben. Es war ja die Geneigtheit der Cestoden, aus ihrer Haut eiweissige Substanzen austreten zu lassen, weshalb sie von Dujardin zu den Sarkodethieren gestellt wurden. Die starke Diffusion durch ihre Haut zeigt sich auch beim Einlegen in Wasser, indem sie bis zum Zerplatzen quellen.

Die Stellung, welche die Cestoden in Betreff des Mangels einer Verdauungshöhle einnehmen, ist nicht unvermittelt. Bei ihren nächsten Verwandten unter den Plathelminthen, den Trematoden, welche erwachsen Mund und Magen führen, schieben sich in die Entwicklung im Generationswechsel Ammenformen ein, welche, während sie zum Theil als Redien Mund und Magen haben, zum Theil als Sporocysten dieser Organe entbehren. Und doch zehren solche nicht blos vom mitgebrachten Material, sondern gewinnen Substrat für kolossale Massenvermehrung und Erzeugung

ungeschlechtlicher Brut durch Diffusion aus umgebenden Geweben, meist aus den Geschlechtsdrüsen oder der Leber von Mollusken, in welchen sie schmarotzen. Die Redien geben durch ihren Brut erzeugenden, einen geschlossenen Darm umgebenden Hohlraum einen Fingerzeig dafür, dass man den Hohlraum blasig ausgedehnter Protoscolices von Cestoden nicht als ein Homologon der Verdauungshöhle ohne Munddurchbruch, vielmehr als der Furchungshöhle entsprechend ansehen dürfe.

Fig. 36.



Redia, darmbesitzende Trematodenamme, mit Cercaria ornata la Valette aus Planorbis corneus, der Posthornschnecke, 100mal vergrössert.
a. Der Mundnapf mit Mund. b. Der Schlundkopf. c. Der Darm in zwei Säcke gespalten. d. Cercarienbrut.

Auch bei den Kratzern, Akanthocephalen oder Echinorhynchen, scheint, obwohl sie ein Paar hohler Taschen oder Säcke besitzen, welche, an der Wurzel ihres Rüssels mündend, nach der Verschlingung ihrer Kontouren in Lemniskatenlinien Lemnisci genannt und wohl auch für Verdauungshöhlen angesehen wurden, die Ernährung nur durch Durchtränkung der Haut zu geschehen, welche von einem reichen Gefässnetz durchzogen ist. Wie den Bandwürmern Sauggruben, Rüssel, Haken, so dient auch ihnen ein Rüssel zur Befestigung im Darme von Wirbelthieren. Sie schieben ihn gewöhnlich vollständig durch die Darmwand und schwimmen mit dem übrigen Leibe im Speisebrei gleich einer Darmzotte des Wohnthiers.

Fig. 37.



Sporocyste, darmlose Trematodenamme, mit Cercaria pugnax la Valette, aus Paludina vivipara, 100mal vergrössert.

Eine Ernährung durch die Haut kommt auch weiter parasitischen Würmern aus der Gruppe der Trematoden und Nematoden zu Zeiten zu, in welchen sie schon eine Verdauungshöhle besitzen, welche sie aber erst später gebrauchen werden, indem sie nämlich noch nicht im Darm oder anderen nach Aussen sich öffnenden Höhlen ihrer Wirthe, in welchen sie der Reife entgegen gehen, leben, sondern noch in provisorischen Quartieren, den Geweben oder der Leibeshöhle anderer Thiere. Bei den Gordiaceen unter den Nematoden verkümmert umgekehrt bei solchem Wohnsitz in der Leibeshöhle von Insekten der Verdauungskanal nachträglich sehr und es schliesst sich später auch der Mund. Für einiges weiter hierher Gehörige wird sich noch später eine Stelle finden.

Im Uebrigen bilden Thiere sich eine Verdauungshöhle aus, welche mit der Aussenwelt in Verbindung steht und von diesem Augenblicke an tritt das Ektoderm für die Ernährung im engeren Sinne ganz oder fast ganz zurück gegenüber dem Endoderm.

Allerdings ist diese Verdauungshöhle überhaupt und ihr Charakter im Besonderen nicht unbestritten bei den Infusoria ciliata stomatoda,

deren Körper die Zusammensetzung aus Schichten oder Geweben, welche den verschiedenen Leistungen zu Grunde lägen, nicht vollkommen deutlich macht. Nachdem erst Ehrenberg's Theorie, dass die Infusorien einen Magen mit vielen Taschen, ähnlich wie Egel, besässen, hergeleitet aus der scheinbaren Füllung solcher Taschen in den hübschen Fütterungen mit Farbstoffen, widerlegt war durch die Beobachtungen des älteren Carus und die von Focke, in welchen sich jene vermeintlichen Mägen als rotirende Futterballen darstellten, musste doch andererseits selbst Dujardin 1841 zugeben, dass viele Infusorien Ehrenberg's wirklich einen Mund hätten auf dessen Boden die durch die Wimpern zugeführten Stoffe erst die Sarkode im Innern zurückdrückten, um nachher, von ihr umschlossen, hin und her geschoben und verdaut zu werden. Meyen verstand, weiter gehend 1839 die Infusorien nicht als solide Klumpen gleichartiger Sarkode, sondern als blasig, mit einer durch Gallerte gefüllten Höhle. Auch sah er bei grösseren ein gewimpertes Speiserohr. Auch Cohn unterschied 1851 ein inneres Parenchym von der äusseren starren Schicht. In den Körnern dieses inneren Parenchyms hat Leydig geglaubt, Zellkerne erkennen zu dürfen, vergleichbar denen in der Subkutikularschicht von Räderthieren und niederen Krebsen. Oft sieht man ein Netzwerk, vermuthlich von kontraktilen Fasern, in anderen Fällen bestimmtere Muskelbänder. Solche erscheinen in den Ausbreitungen, welche bei den Vortizellen vom Stiele auf den Körper übertreten, und nach Lieberkühn bei den Stentoren.

Da auch aus der Beschaffenheit der äusseren Schicht Gründe gegen die Deutung der Infusoria ciliata als einzelliger Organismen zu schöpfen sind, so steigen die Motive, trotz des Mangels einer Zellabgränzung Gewebslagen zu unterscheiden und die im Inneren des Infusorienkörpers liegende, auf die eingenommene Nahrung wirkende Substanz trotz ihrer geringen Solidität einem Endoderm für Funktion und Lage gleich zu stellen.

Eine wirkliche Verdauungshöhle ist von vielen Autoren, wie Cohn, Lieberkühn, Schmidt, Carter, Claparède, Greeff angenommen worden. Einen After hatte Ehrenberg für Alle behauptet. Dujardin hielt die Oeffnung des Parenchyms zum Durchtritt der Exkremente für accidentell; von einem After könne bei Mangel eines Darms keine Rede sein. Aber diese „accidentelle" Oeffnung bildet sich immer an der gleichen Stelle, für die Vortizellen stets nahe dem Munde, für die Stentoren entfernter von der Mundspirale am Rücken, für ganz frei schwimmende hinten; Alles nach den Prinzipien, welche auch sonst für die Stelle des Afters bei angewachsenen oder beweglichen Thieren zu gelten pflegen. Die Stelle ist auch oft durch einen Eindruck angedeutet und selbst die kontraktile Substanz arbeitet dort lokalisirt mit schliessenden und öffnenden rhythmischen Bewegungen. Selbst die Gegner der Verdauungshöhle können für viele Fälle den After

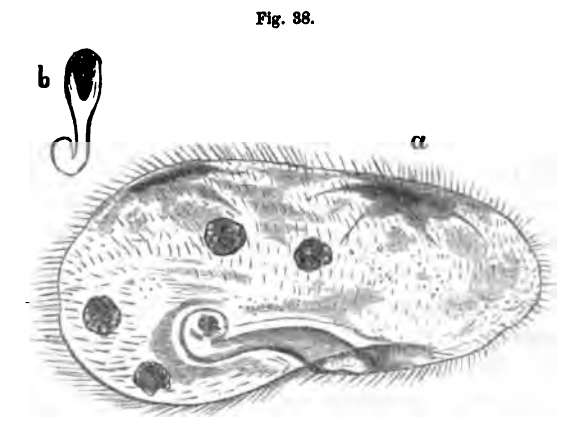
nicht leugnen, Häckel allerdings mit der Verwahrung, dass, wie der Mund ein Zellmund Cytostoma, so der After ein Zellafter Cytopyge sei.

Mund und After können in einem Vestibulum liegen. Es kommt auch ein Zurückspeien nicht konvenirender Nahrung aus dem Munde vor.

Zum Munde der Ciliaten-Infusorien leitet sehr gewöhnlich eine Furche oder Grube mit besonders lebhaft bewegten Wimpern; in solchem Falle folgt als Speiseröhre ein offenes mit Wimpern bekleidetes Rohr. Wenn jene Rinne oder Grube fehlt oder doch nicht ausgezeichnet bewimpert ist, dann öffnen und schliessen sich Mund und Speiserohr, fassen die Nahrung und drücken sie in den Körper. Im Speiserohr finden sich nicht selten Längsfalten und, als aufliegende Absonderungen, Kutikulargebilde, nach Form einer Reuse hinten näher zusammentretende, längs gelagerte Stäbchen, am stärksten bei Chilodon; oder es findet sich in ihm ein Wimperlappen, bei Plagiotoma. Bei Stentoren, Paramecien und anderen sieht man nicht selten das Speiserohr sich umstülpen.

Meyen hat den innersten Theil des Speiserohrs Magen, Lachmann hat ihn Pharynx genannt. Er bildet die Speiseballen und drängt sie in's Innere. Die Weite des Pharynx bedingt die Grösse der Ballen, damit die Grösse der vermeintlichen vielen Mägen Ehrenberg's, die Zahl der verschluckten und noch nicht wieder ausgestossenen Ballen aber die Zahl der letzteren.

Fig. 38.



a. Paramecium aurelia Ehrenberg aus dem Süsswasser, etwa 200mal vergrössert. Vom schief bauchständigen Munde zieht sich der Schlund in den Körper. Die von ihm gelösten Speiseballen finden sich im Körper. Dorsal liegen zwei sternförmige kontraktile Blasen. b. Der Mund allein, von der Bauchseite gesehen, mit dem Schlund umbiegend.

In der Regel kann vom Speiserohr ab weder eine innere freie Fläche einer Verdauungshöhle, noch kann eine Abgränzung einer innersten verdauenden Membran von umhüllendem Körperparenchym erkannt werden. Es wäre also ebenso wohl zu vertheidigen, dass die Speiseballen sich im Protoplasma, von welchem wir wissen, dass es fremde Körper in sich eintreten lässt, hin und her schöben, als dass zwar eine innere Gränze wegen der Berührung der Wände oder gleicher Lichtbrechung des Inhalts nicht erkennbar sei, in Wahrheit aber doch die Ballen gewiesene Wege verfolgten. Durch Ehrenberg, Lieberkühn, Gegenbaur, Claparède ist für

Trachelius ovum eine Art verästelten Darmkanals angegeben worden und zwischen diesem und der Körperwand bleibt eine einem Coelom vergleichbare mit Flüssigkeit gefüllte Höhle. Lieberkühn und Claparède fanden Aehnliches bei Loxodes rostrum. Bei Paramecien, Vortizellen, Stentoren und anderen ragt wenigstens das Speiserohr weit über die Rindenschicht in den Körper hinein.

Dieses Innere wäre also nach Claparède und neuerdings Greeff eine mit einem dicken Chymus gefüllte Verdauungshöhle, nach der Sarkodetheorie der Infusorien, also neuerdings nach Häckel, Ehlert und Everts, dagegen eine weichere und wasserreichere Marksubstanz des Protoplasma.

Der Unterschied aller hier gemachten Theorieen ist praktisch nicht sehr gross. Es ist sicher, dass die Speiseballen für sich eine Zeit lang einen Raum einnehmen und dieser Raum kann füglich so lange eine Verdauungshöhle repräsentiren, als jene da sind. Zweifelhaft ist, wie gross die Solidität und die Abgränzung der umschliessenden Wände und ob die nächste Umgebung der Speiseballen verdauende, lebendige Substanz oder ein Mischung aus der Absonderung solcher und dem zu Verdauenden, ein Chymus sei. Sicher ist dann wohl wieder, dass die Wände richtige aus Zellen gebildete Gewebe nicht erkennen lassen, auch das festere Aussenparenchym nicht von dem weicheren flüssigeren Inneren, dem Chymus Claparède's deutlich zu trennen ist.

Bestimmter als Leydig hat allerdings Carter die Verdauungshöhle mit Zellen ausgekleidet zu sehen vermeint. Etwas, worauf wir früher aufmerksam machten, dass nämlich die Gewebe des thierischen Körpers Bestandtheile in die verdauenden Höhlen abgeben, um sie wieder aufzunehmen, ist für Verringerung des Unterschieds eines Chymus und eines weicheren verdauenden Protoplasma in's Auge zu fassen; dann auch, dass die morphologische Eigenthümlichkeit der Infusorien, Zellwände nicht kenntlich werden zu lassen, dazu führen muss, den physiologischen Werth auch der Abgränzung der Zellsubstanz von solchem Verdauungshöhleninhalt zu verringern.

Da über das Speiserohr hinaus Wimpern im Inneren des Infusorienleibes wohl vermuthet oder angenommen, nie aber zuverlässig nachgewiesen worden sind, so wird die Bewegung der Speiseballen im Inneren aus nichts anderem herzuleiten sein, als aus Kontraktionen der umgebenden Substanz. Es ist verkehrt, dagegen einen Einwand daraus zu erheben, dass jene Bewegungen unabhängig von der äusseren Gestaltsveränderung geschehen. Es wäre in der That in Ableitung von höheren Thieren mit Zutheilung einer besonderen kontraktilen Schicht zum Endoderm theoretisch gerade das zu erwarten. In die Rinde gelangen die [illegible] ballen überhaupt nicht; sie treten aber wohl auch [illegible] grössere Körper

partieen gar nicht ein; der trennende Hohlraum ... grobe Schlüssel für das Verständniss dieser ... die Verdauung von der übrigen.

Wenn auch nicht morphologisch ... haben wir also um eine Verdauungshöhle ... nicht wimpernde Schicht, eine dieser ... Rindenschicht zugetheilte kontraktile ... bedingt, dann, abgesehen von der ... schicht, die wimpernde ektodermale ... grössere Rolle spielt, aber speziell ... das Speiserohr hinein sich entwickelt ... ...ulare Auflagerungen, sondern ... Absonderungen, welche fremde ... dieser ...

Wir werden in Erwägung dem Ma... der Undeutlichkeit oder dem ... bei höheren Thieren geschieht ... durch den eigenthümlichen Bau ... ...ng anthun lassen durch älteren ... oder Unizellularität oder Zu... ...eben verlangen. Annahme ... ...dert erscheinen, wird der ... ausgewachsenen Infusorien ... ...ation Platz gemacht, wei... ...zeichnet, in Anpassung an ... nur physiologische, biorganische ... Ektoderm und Endoderm ... doplasma an. Die Wimpern ... nach Innen können sie eine ... abgliedern. Dem Endoplasma ... nicht zu. Claus sagt, die ... ...rungen, die wir einzeln ... Die Ciliateninfusorien ...

Die Ciliateninfusorien ... theils lebende kleinere ... mal von einer Grösse, das ... und in den Verdauungsraum ... lebhaften Bewegungen und ... Gummi oder Leim bereiteten ... fein vertheiltem Zustand ... ihren Geweben durch reich... den gewonnenen besseren ... auch nicht ... eine Zel...

Speisebrei, Chymus, bereitet werde, so ist doch auf alle Fälle der ganz Akt der Nahrungsaufnahme und Nahrungszubereitung nicht sehr verschieden von der Verdauung durch protoplasmatische, amöboide Substanz, er is ziemlich direkt aus der Qualität des Plasma abzuleiten. Zu berücksichtigen ist allerdings der wechselnde Flüssigkeitsstand und damit die Vertheilun durch die Vakuolen und die Arbeit der kontraktilen Lager. Was durc diese Einwirkungen sich beimischen lässt, wird aufgenommen, das Uebrig ausgestossen sammt den Verbrauchsprodukten.

Auf solchen Anfängen vervollkommnet sich der Verdauungsprozess be höheren Thieren. Wie dieser Prozess von Aristoteles her πέψις genann wird, von πέσσω mit den verschiedenen Bedeutungen: durchkneten, reifen gährend machen, kochen, so sind auch die Grundlagen des Prozesses ähn lich von den alten Autoren verschieden verstanden worden; von Aristo teles mehr auf die Wärme, von Erasistratus auf die mechanisch Arbeit, von Plistonicus auf Fäulniss, von Asclepiades auf Zersetzun Erst durch Réaumur's Versuche wurde im vorigen Jahrhundert bewiesen dass die Verdauung von Fleisch im Magen ohne mechanischen Angriff ge schehe und, da das Spallanzani ausserhalb des Magens mit Magensaf machte, zeigte sich, dass dieser nicht faulen mache, vielmehr die Fäulnis hindere. Anknüpfend an die natürliche Magenfistel des berühmten Patiente des amerikanischen Arztes Beaumont machte Barrow 1841 deren künst lich, während schon 1839 Wasmann den Verdauungsstoff, das Pepsin, au dem Schweinemagen bereitete.

Wesentlich hierauf, dann auf die anatomischen und physiologische Untersuchungen anderer, später zu berücksichtigender, Organe am Verdau ungskanal, erscheint der Akt der Verdauung und Assimilation der Nahrun bei höheren Thieren nicht mehr als ein einfaches Bringen der Körpersub stanz in Berührung mit fremden Stoffen, sondern ausserdem als ein kompli zirter Vorgang der Behandlung der aufgenommenen Nahrung mit verschiede lösenden und umsetzenden Ausscheidungen; dabei verbunden mit manche Einrichtungen zum Ergreifen und Verschlingen der Nahrung, Bewegung der selben und des aus ihr Bereiteten im Körper, endlich zum Ausstossen de Reste.

Ausser der Aufnahme der Substanzen, welche im engeren Sinne Nah rung sind, haben wir die des Athmungssauerstoffs und des Wassers, welches ohne doch vollständig mit den Körperbestandtheilen sich zu verbinden, den Organismus dient, indem es ihn füllt, schwellt, vorsehen müssen. Wi werden, da die Organe hierfür zum Theil mit den Verdauungshöhlen zu sammenfallen oder zusammenhängen, nicht allein auf eine Gliederung de Nahrungsaufnahme, sondern auch auf eine mangelhafte Abgliederung vo oder Combination mit diesen beiden anderen Funktionen zu untersuche haben.

Die Zoophyten bieten für jenes die Anfänge, für dieses die schönsten, vollkommensten Beispiele.

Die Schwämme, Porifera, deutlich aus Zellen zusammengesetzt, besitzen einen bewimperten Verdauungshohlraum, welcher mindestens mit einem „Osculum“ nach Aussen sich öffnet. Mit Ausnahme von Prosycum, nach Häckel, ist die Wand von kleinen Poren durchsetzt. Der Hohlraum kann von radialen Fächern umstanden sein oder durch unregelmässige Parietalkanäle oder ein regelmässiges Kanalsystem mit den Poren in Verbindung stehen.

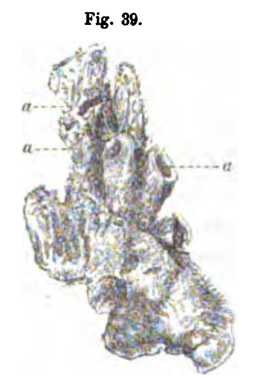


Fig. 39.

Zusammengesetzter Hornschwamm. Hircinia typica Nardo, kleines Exemplar in natürlicher Grösse, von Mallorca. a. a. a. Verschiedene oscula.

1765 sahen Ellis und Solander durch eine grossen Oscula, „Mäuler“, an zusammengesetzten Schwämmen Wasserströme aus- und eintreten. Grant widersprach dem 1825, das Wasser trete nur an winzigen Poren ein, wie nach seiner Meinung schon Cavolini gesehen habe, während die Oscula nur Ströme nach Aussen sendeten, Exkretionsöffnungen, Kloaken seien, durch welche auch die Eier austräten. Davon bekamen die Schwämme den Namen Porifera. Wechsel der Stromstärke in den Kloaken sahen Audouin und H. Milne Edwards, wechselndes Ein- und Ausströmen bestätigten Miclucho Maclay und Häckel. Ersterer erklärte Poren und Oscula für homotyp; die letzteren entständen durch Vereinigung oder Ausbildung der ersteren und durch diese Zentralisation entstehe statt Kanälen eine verdauende Höhle. Darauf ist das ganze Verständniss der Schwämme zu basiren. Häckel stellte die Homotypie der Hautporen der Anthozoen mit denen der Schwämme höher als die der Poren und Oscula der Schwämme, wodurch das Osculum durchaus Mund, der Hohlraum statt Kloake Verdauungshöhle wurde und die Kanäle dem Gastrovaskularapparat der Coelenteraten entsprächen. Er musste aber die Differenz der Wasserströme zwischen Schwämmen und Coelenteraten anerkennen. Sporocystis habe jung ein Osculum, erwachsen keins; solcher Mangel eines Osculum komme namentlich aus Rückbildung; Schwämme ohne Osculum verhielten sich zu anderen wie Cestoden zu Trematoden. In meiner Arbeit über Schwämme habe ich vorgeschlagen, das lieber mit dem Verhältnisse der Rhizostomiden zu den gewöhnlichen Medusen, also dem Ersatz des Mundes durch eine grössere Zahl kleiner zu einem Verdauungsraum führender Oeffnungen zu vergleichen.

Um in dieser Frage klar zu sehen, müssen wir Verdauungshöhle und Mund, obwohl kombinirt, doch jedes als ein Ding für sich ansehen. Eine Verdauungshöhle entsteht entweder in einem Wachsthum, welches deutlich

eine Invagination mit sich bringt, oder es lässt sich doch die Lagerung de
Theile sehr gut auf ein solches Prinzip zurückführen. Es ist aber ga
nicht gesagt, dass die Invaginationsstelle eine weitere Bedeutung behaupt
als zur Bildung jener Höhle geführt zu haben, namentlich nicht, dass si
Mund werden müsse. Ray Lankester meinte ja, es bliebe nie ein
Oeffnung von ihr herrührend übrig; in der Entwicklung im Typus de
Amphioxus wird sie nach Kowalevsky der After. Jedenfalls können, nach
dem durch Invagination der Gegensatz von Ektoderm und Endoderm un
die Verdauungshöhle gebildet ist, sich damit neue Invaginationen kombi
niren, es kann die Wand einmal oder mehrfach durch Ektoderm und En
doderm hindurch durchbohrt und dadurch können mancherlei Arten vo
Zugängen zur Verdauungshöhle gebildet werden. Alle Durchbohrunge
können in gewisser Beziehung vor der Vollendung als besondere Invagina
tionen betrachtet werden; aber es giebt weiter Invaginationen, Entwicklun
gen vom Ektoderm oder auch vom Endoderm aus, welche die andere Hau
nicht mit durchsetzen, vielleicht aber bis in's Coelom gelangen. Ob solch
Bildungen erst als solide Zellhaufen oder Zapfen auftreten, welche in eine
Hohlraum hineinwachsen, ist dabei gleichgültig.

Solche Durchbohrungen sind für metamerische Thiere an jeder Me
tamere und dazu in jeder von diesen wieder in antimerischer Wiederholun
möglich und können sich in mancherlei Weise summiren, differenziren, kom
biniren. Nachträgliche Herstellungen von Verbindungen zwischen der vo
Endoderm umschlossenen Höhle und der Aussenwelt treten in vollkommene
Ausbildung und Erhaltung von Spalten und Kanälen auf als Nasengänge
Mundrohr, Spritzlöcher der Rochen und Haie, Kiemenspalten, After, wäh
rend gewisse Geschlechtsspalten und Gänge, sowie Segmentalorgane de
Würmer in's Coelom gehen und in anderen Fällen der Charakter durch
setzender Gänge mehr verborgen oder durch nachträgliche Ueberwachsun
verdunkelt ist, wofür an späteren Stellen Einzelnes zu berücksichtigen sei
wird. An jeder, die Kommunikation zwischen Endodermalhöhle und alle
von ihr Abgeleiteten mit der Aussenwelt hin oder her besorgenden Spalt
können ektodermale und endodermale Verhältnisse in einander übergehen.
Die spezielle Benennung solcher Oeffnungen als Mund oder sonst kann nich
von der Lage, sondern darf nur von der Leistung abhängen.

Man muss danach die Herstellung nur einer Mundspalte als eine
Spezialfall der Verwendung von Spalten bei metamerischen Thieren betrach-
ten, neben welchem man ebenso wohl die Verwendung mehrerer Spalten
für Speiseaufnahme möglich denken könnte, als wir bei den Fischen
eine äussere Oeffnung, bald nur fünf, sieben und mehr oder weniger Paare
von Oeffnungen für den Austritt des Kiemenwassers verwendet sehen. Jener
Spezialfall ist allerdings bei höheren Thieren so überwiegend zur Entwick-
lung gekommen, dass man nur ausnahmsweise an anderen Spalten eine

eistung findet, welche für Nahrungsaufnahme ein wenig mit der des Mundes
erglichen werden kann, oder ihr kombinirt erscheint; am ersten noch die,
enn auch nur provisorische, Wasseraufnahme durch den Elephantenrüssel.
ie in der Regel dem Munde mit übertragene Aufnahme des Athemluft-
ler Athemwasserstroms kann allerdings Nasengängen, Kiemenspalten,
racheenöffnungen u. s. w., selbst bei Cobitis, der Wettergrundel, zum Theil
r Afteröffnung übertragen sein. Für die Vergleichung ist es aber immer
t, die Möglichkeit im Auge zu halten, dass bei metamerischen Thieren
cht nothwendig dieselbe Metamere zum Munde sich zu öffnen brauche.
on besonderem Interesse ist dieses Prinzip für den Vergleich der Wirbel-
iere mit gänzlich dorsal vom Verdauungsrohr liegendem Nervenmark und
irn mit den Gliederthieren mit Bauchganglienkette, Schlundring und einer
ruppe supraösophagealer Ganglien. Die Verbindung der Theorie, dass
iederthiere den Wirbelthieren als auf dem Rücken laufend vergleichbar
ien, zuerst von Geoffroy St. Hilaire in der Philosophie anatomique
r den Krebs aufgestellt, mit der Unterbringung aller Viszeralspalten unter
meinsamen Begriff und der Angabe von Rathke aus der Entwicklungs-
schichte der Natter, dass sich im Gaumen eine Grube gegen die Hypo-
ysis cerebri bilde, welcher aber nicht eine Einsenkung von Aussen ent-
genwächst, sie zum Munde oder irgend einer anderen Spalte vollendend,
mir hierbei immer vortheilhaft erschienen und regelmässig davon in
inen Vorlesungen Gebrauch gemacht worden. Daraus aber einen Stamm-
um abzuleiten für die Wirbelthiere mit den jetzigen Mundverhältnissen
s solchen, welche den Mund an der Stelle der Hypophysis gehabt hätten,
rde mir die Vertauschung interessanter Thatsachen mit unsicheren Dogmen
einen. Es würde zu weit führen, zu untersuchen, ob die, während dieses
ch im Drucke befindlich war, von Dohrn ausgesprochene Meinung, es
be die ursprüngliche Mundöffnung der Wirbelthiere nicht zwischen den
ura cerebri, sondern den Crura cerebelli gelegen, irgend welche Vorzüge
r einer entsprechenden Anwendung der Beobachtung von Rathke biete;
thatsächliche Grundlage dieser geht ihr zunächst ab.

Antimerische Auseinanderlegung des Mundes haben bis zu einem ge-
ssen Grade Schmetterlinge aus der Familie der Papilioniden, wie Papilio
chaon, der Schwalbenschwanz, bei welchem die innen rinnenförmigen
lften der Spiralzunge auf diesen einander zugewandten Flächen zum Theil
einem für sich geschlossenen Rohr überbaut sind. Der spätere Zustand
s Mundes der Rhizostomiden, von welchem wir demnächst genauer reden
rden, ist zum Theil auch eine Sonderung nach den Antimeren.

Von dem Augenblicke, dass sich deutlich mehrere Mäuler finden, ist,
den verschiedenartigsten Einrichtungen in Betreff der Verdauungshöhle
d anderer Organe, damit doch immer eine stärkere individuelle Aus-
ägung der Theile zusammengewachsener Ganzen verbunden, welche uns

veranlasst, die letzteren nicht mehr als Einzelthiere, sondern als Thierstöck
zu betrachten und häufig bestätigt sich das durch nachträgliche reale Au
lösung in Theile. Sobald wir aber das, was mehrere Mäuler hat, für ei
Thiermehrheit erklären, dann können wir es nicht mehr hervorheben, da
Thiere immer einen Mund hätten. Wir erkennen dann gleichmässig i
jedem Fall die Bedeutung der Mundöffnung als eines den übrigen Bau vo
züglich Regierenden und dadurch schliesslich unsere Auffassung Bestimme
den. Das letztere gilt auch dafür, dass der Mund im Allgemeinen vor
liegt oder an demjenigen Ende des Leibes, welches in der Regel vorgeht. D
nützliche Bewegung muss dem Nahrungsstrom entgegen gehen, Mundöffnu
und Bewegung sind vom gleichen Prinzipe beherrscht.

Wenn weder durch Nahrungsstrom, noch durch Ortsbewegung, no
durch Analogie aus übriger Organisation ein Anhalt gegeben ist, wird b
Konkurrenz von Oeffnungen die Deutung schwanken, ja die Bedeutung wi
eine wechselnde sein können. Den metamerischen und antimerischen Anor
nungen reihen sich solche an, deren Theilstücke nach solcher Normiru
nicht aufgefasst werden können. Während wir jene gerne als Person
ansahen, sind diese durch viele Mäuler eher als Thierstöcke qualifizirt. S
gestatten ebenso wohl eine wechselnde und vertretende Arbeit jener viel
Mäuler als die Einschiebung mundloser Individuen oder Theilstücke, welc
vielleicht noch der Ergreifung und Bewältigung der Beute dienen, vielleic
der Wasserzufuhr, vielleicht aber mit der Ernährung gar nichts mehr
thun haben.

Von dem hiermit gewonnenen Standpunkte sind die Oscula und Por
der Schwämme zu verstehen und zu vergleichen als Durchbohrungen d
die Verdauungshöhle umschliessenden Zelllager, deren Bedeutung als Mun
öffnungen nicht mit der Bestimmtheit und Gleichartigkeit festgesetzt werd
kann, als das bei besser individualisirten und höher organisirten Thier
mit gesonderten oder auch kommunizirenden Leibeshöhlen geschehen
können pflegt.

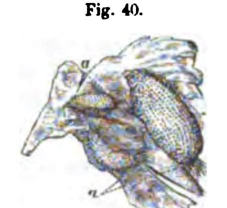
Die Vergleichbarkeit mit den nesseltragenden Coelenteraten, vorzügli
mit Anthozoen, welche mit Wasserporen durchsetzt sind, scheint uns nic
davon abhängig, dass das Osculum der Schwämme nur als Mund fungi
und die Porenkanäle nur Athemwasser oder Irrigationswasser einliessen;
hält den Mangel des Osculum einerseits und den der Porenkanäle andere
seits in der Vermittlung durch Zwischenglieder aus; die Homotypie dies
Oeffnungen ist unabhängig von der Richtung des Stroms und damit d
Leistung, noch mehr unabhängig von der Grösse der Oeffnung.

Von Prosycum, nach Häckel nur mit einem Osculum, ausgehend, ka
man die Vermehrung der Oeffnungen, wie dieselben sich aus Poren u
Oscula zusammensetzen, ebensowohl als in Einzelorganisation fallend, wie a
Individuenkombination beweisend verstehen. Jedenfalls kann die Entsch

ng, was Mund genannt werden solle, nicht nach dem Vergleich mit eigent-
ıen Coelenteraten, sondern nur nach der Funktion, oder der vorwiegen-
ı Funktion, getroffen werden. Da grosse Schluckbewegungen nirgends
geführt werden, können nur die kleinen Strömungen entscheiden. Grant
s nach, dass feines Pulver lebhaft von den Poren angezogen wird, Car-
', dass Karmin durch die Kanäle nach Innen dringt. Auf der anderen
e sah Grant durch die Oscula Exkremente austreten und fand, dass
e entweder durch ihre Lage auf vorstehenden Papillen, oder durch die
tung des Schwamms nach abwärts, oder die Befestigung an schwanken-
Pflanzen stets die Abfuhr der Auswurfstoffe bequem gestatteten. Falls
rhaupt Poren und Oscula vorhanden sind, werden demnach die ersteren
regelmässigem Strom aus Wimperaktion als Zufuhrwege, die Oscula, an
hen bei ihrer Grösse und der Weite der zu ihnen führenden „Kamine"
Wimperbewegung weniger mächtig, dagegen die Kontraktion der
wammsubstanz entscheidender und deshalb der Strom ungleichmässig,
ı wechselnd ist, als periodisch benutzte Abfuhrwege zu betrachten sein.

Die Modifikationen der Verdauungshöhlen der
wämme treffen hauptsächlich die Bahnen zwischen
n und Zentralraum und die Verbreitung der Wim-
pithelien. An Prosycum reihen sich Olynthus und
ıtia (Leucosolenia) mit Osculum und einfach durch-
nden Poren; bei den Sykonen kommen zur Zen-
höhle Nebenhöhlen, und haben Wimpern, welche
Zentralraum abgehen, wodurch dieser um so
erer als Kloake erscheint. Indem jene den Poren
theilten Wimperhöhlen kegelförmig vorragen, er-
inen die Poren um so mehr je ein Individuum mit
d zu bezeichnen, welches mit seinen Geschwistern
entlich für die Kloake verschmolzen ist. Alles
tere ist Entwicklung des Kanalsystems in den Wänden auf dem Wege
den Poren zum Zentralraum. Dieses kann sich zu Taschen, bei Spon-
zu unter der äusseren Hautlage ausgebreiteten flachen Hohlräumen, in
he die Poren ein- und aus welchen Kanäle zum Zentralraum abführen,
auen. Dabei kann die Wimperung auf einen Theil der Kanäle oder
Säckchen beschränkt werden. Die Wimperung scheint bei Schwämmen
er durch Zellen mit nur einem Haar besorgt zu werden, welche Häckel
ıalb Geisselzellen nennt. Diese besondere Benennung hat keinen Werth,
m bei Hydra die Zellen ein oder zwei Geisseln haben, so ja auch
enfäden eine, zwei oder mehrere.

Fig. 40.



Einfacher Kalkschwamm, Sycon ciliatum O. Fabricius, drei Individuen auf einem welken Tangzweige, von Helgoland. a. a. Die Oscula, mit langen Kalknadeln reusenartig umstellt.

Bei Stöcken mit mehreren Oscula, welche nicht aus der ersten Em-
ɔnalanlage herrühren können, sondern an Knospen entstehen, komplizirt
der Bau durch die Verbindung der Individuen namentlich in dem aus-

gedehnten Kanalsysteme. In Arbeitstheilung gestattet diese Verbindun dass nicht alle äusserlich angezeigten Individuen ein Osculum tragen u dass solche, welche es hatten, es verlieren können, oder dass mehrere Oscu sammt Zentralhöhlen, aus welchen sie ableiten, verschmelzen, ein Coenoston bildend. Die innere Gruppirung der Substanz der kombinirten Individuen ände sich im Wachsthum und solche Veränderungen können an die Oberfläc vordringen, so dass also Poren verkleben, verschwinden, neue aufbrech können. Bei Cyathiscus gehen die horizontalen Zwischenwände zwisch übereinander liegenden Kanälen ein, die vertikalen bleiben erhalten und entsteht statt eines Systems von Kanälen, wenn man den Zentralraum Mag nennen will, eins von perigastrischen Fächern oder ein System von Mäg um eine Kloake. Nach Häckel giebt die erste Deutung die vollste Ueb einstimmung mit den Anthozoen, nur dass die Kommunikation, statt dur den den Kammern und der Zentralhöhle der Anthozoen gemeinsamen Bas raum, durch eine Reihe von „Magenporen" geschehe. Die Skeletbildung der Schwämme stützen diese Wege, die kontraktilen Zellen engen sie e Beide aus der aussen nackt liegenden Mesodermschicht hervorgegangen.

Man findet Muscheln, cirripedische Krebse, Anneliden in Schwämm alle als Obdach suchende Thiere und Tischgenossen, nicht als Beute. D Schwamm gränzt sich zuweilen mit einer glatten Oberflächenschicht geg sie ab, sie wachsen mit ihm. Auch sind vorfindliche Schalen von Musch nur wie andere feste Gegenstände und selbst Sand als überwachsen u Halt bietend, nicht als Beutereste anzusehen. Die Schwämme scheinen grössere Thiere zu fressen, sondern nur von dem zu leben, was ihnen organischer Substanz durch die Poren zugeführt wird. Nahrungsstrom u Athemstrom sind nicht geschieden; die Aussenfläche wird für die Athmu wenig in Betracht kommen, sofern sie kein Epithel hat; oft ist sie jed solchen Dienste durch die deckenden Skelettheile entfremdet. Auch hab dieselben Kanäle die Irrigation zu besorgen, ein gesondertes Wassergefä system ist nicht vorhanden. In Betreff der Differenzirung im Kanalsyste werden die wimpernden Theile am meisten für Strombewegung in Nahrung zufuhr und Athmung thun. Drüsige Verdauungszellen sind unbekannt.

Der hauptsächliche Fortschritt der Coelenteraten für die Ve dauung besteht darin, dass die dem Osculum verglichene Oeffnung unbedin und allein Mundöffnung ist und nun den Körperbau so regiert, dass s zentral wird (man kann diese Stelle auch als vorn bezeichnen) d. h. da die übrigen Organe sich antimerisch um sie ordnen. Dabei wird sie übrige noch mit zur Entleerung von Speiseresten und Geschlechtsprodukten benut ist also zugleich Kloake. Die kleineren Poren, soweit vorhanden, lass nur kleine Wasserströme aus- und eintreten, welche der Athmung, der A fuhr gelöster Verbrauchsprodukte und der Irrigation dienen. Da die Por

d Kanäle mit der Verdauungshöhle kommuniziren, so ist die Arbeits-
ilung noch sehr unvollkommen.

Die einfachsten Verhältnisse für den Verdauungsapparat zeigen die
phonophoren, pelagisch schwimmende Hydroide, bei welchen in Stock-
dung und Polymorphismus von den Individuen, welche die Aufnahme und
rdauung der Speise besorgen, alle komplizirenden Einrichtungen abgelöst
d. Die Nährthiere, Hauptpolypen, auch Saugröhren genannt und damit
Namen der Ordnung bedingend, sind schlauchförmig. Sie sitzen in
schiedener Gruppirung wie die nicht fressenden Individuen einer allen
neinsamen fadigen Axe oder einem plattenförmigen Tragstück auf. Die
sere Fläche ist zart bewimpert. Die Spitze, eingeengt, rüsselartig be-
glich und formveränderlich, mit Nesselkapseln gespickt, trägt den Mund;
Runzeln und Ringen lässt sie die kombinirte Muskulatur erkennen. Die
te, der Magen, ist gern gebläht, im Endoderm ragen sechs bis zwölf
ngswülste vor. Grosse Zellen enthalten in ihnen grüne, gelbliche, bräun-
e, röthliche, violette Körnchen, das bunte Aussehen der Polypen bedin-
d. Indem man bei höheren Thieren die Leber als ein besonderes Organ
erst allmählich aus der Darmdrüsenwand entwickeln sieht und das, wie
Embryo sich aufbauend, so im Vergleiche in Degradation findet, pflegt
derartige unter Abwesenheit einer deutlicheren Leber in der Wand
ende, durch den gefärbten Inhalt an Galle erinnernde Zelllager als Ver-
er der Leber zu bezeichnen und ihren Ausscheidungen eine ähnliche
kung auf Fette u. s. w. zuzutrauen, wie sie die Galle höherer Thiere
Die Leberzellen sind als zwischen und unter den Wimperzellen liegende
senzellen anzusehen. Die Innenfläche der Saugröhren ist reich gewim-
und zottig. In den Zotten findet man häufig anscheinend blasige Hohl-
ne, in der Regel als Vakuolen betrachtet, welche den Eintritt durch die
dauung hergestellter Säfte gestatten sollen, oder auch angesehen werden,
deuteten sie das Platzen von Zellen an, deren Inhalt bei der Verdauung
e. Die Basis der Polypen ist stielförmig verengt, der Hohlraum durch
Faltung der Wand, oder nach Huxley durch eine Klappe von dem
Mittelstücks abgegränzt. Die starke mesodermale Muskulatur dient nicht
der Beförderung der Flüssigkeiten, sondern auch den Veränderungen
Stellung gegen die Axe.

Die Hohlräume aller Nährpolypen kommuniziren durch die Basis der
pen mit einem Zentralraum des Stammes, welcher der Gestalt des
eren entsprechend eng und lang ausgezogen zu sein pflegt. Wegen der
e der Basis und der Klappe behält jedoch der Verdauungsraum eines
n Polypen einige Selbstständigkeit. Von der Axe dependiren dann die
ihrenden Hohlräume derjenigen Stammanhänge, welche keinen Mund
en und überhaupt nicht oder nur zur Entleerung der Geschlechtsstoffe
orechen. Alles das so Zusammenhängende wäre, wenn man nur nach



der offenen Verbindung schliessen wollte, Verdauungshöhle. Der Inhalt in
jenem Zentralraum scheint jedoch nicht mehr durch Einwirkung abgeschie-
dener Säfte verändert zu werden, ist vielmehr die fertige Ernährungsflüssig-
keit und wird durch die Anordnung des ihn umschliessenden Hohlraums in
den Stand gesetzt, alle weiteren Theile des Körpers oder Thierstocks zu
speisen, führt auch geformte Elemente in sich, welche ihm die Bedeutung
einer niederen Blutflüssigkeit gewähren, wahrscheinlich abgelöste Endoderm-
zellen. Die zur Verdauung bestimmten Nahrungsmittel treten dagegen nicht
in ihn ein. So erscheint dieses System andererseits und mehr als ein Ge-
fässsystem, welches die Blutzirkulation mit allen ihren Leistungen und ein-
schliesslich der Wasserirrigation besorgt. Nur Gräffe hat bei den Phy-
sophoriden ziemlich grosse Stücke unverdauter Stoffe in dem Hohlraum der
Tentakel zu bemerken geglaubt.

Der enge Hohlraum des Achsenfadens hat von den älteren Autoren
den Namen des Reproduktionskanals erhalten. Nach dem Vergleiche der Unter-
suchungen von Will, Leuckart, Kölliker, Gegenbaur, Huxley
und Anderen kann sich in demselben eine Bewimperung finden, aber mit Ver-
schiedenheiten, sowohl nach den Gattungen, als nach den Stellen. Die be-
sondere Gestaltung des Kanals in den Anhängen des Stammes, den Indi-
viduen verschiedener Arbeitsleistungen, in welche er eintritt, schliesst sich
den Formen dieser Stücke an. In den Tastern bildet er kurze, einfache
blinde Höhlen, in den kontraktilen Fangfäden einen langen engen Kanal,
er umgiebt an einer etwaigen Schwimmblase die besondere Ektodermeinstül-
pung als eine hohle Umfassung. In den Geschlechtsknospen strahlen in der
Regel von einem zentralen Hohlraum aus radiär geordnete blinde Aeste aus
und in den Deckstücken und Schwimmglocken erscheinen ebenso, je nach
der besonderen Gestalt, der mehr oder weniger geordneten Ausbildung von
Antimeren oder der Bevorzugung einzelner unter diesen, ein bis vier Kanäle.
An der Spitze des Achsenfadens kann ein grösserer Saftbehälter auftreten.
Auch die klappenartige Konstruktion in den Stielen der Nährpolypen lässt
sich aus rudimentär gebliebener Ausbreitung der Ernährungshöhle in die
Wand der Polypenbasis verstehen.

Da mehrere, meist viele Nährpolypen mit einem Achsenkanal in Ver-
bindung stehen, ist dieser eine Verdauungshöhle mit mehreren Mäulern
differenzirt für die Leistungen nach den durchsetzten Gebilden. Wenn
Knospen des Achsenfadens sich zu Nährpolypen entwickeln, bricht ein Mund
an ihnen auf. Andere übrigens den Polypen sehr ähnlich, bleiben mund-
los und heissen Tentakel. Wieder andere, mehr abweichend in Gestalt,
geben die übrigen polymorphen Individuen des Stocks und leisten besondere
Arbeit.

Auf dem Grunde der Nährpolypen sammeln sich als Verdauungsergeb-
nisse eiweissähnliche, stark lichtbrechende Tröpfchen und werden von Zel-

Zeit in den Basalkanal eingeschluckt. Für die Vertheilung der Säfte beitet die kräftige, mesodermale Stammmuskulatur in Einem mit ihrer nstigen lokomotorischen Arbeit. Da die Wimperstellen besonders sicher den Geschlechtsknospen, Stellen stärksten Wachsthums, und in den perierischen Theilen der Schwimmglockenkanäle, Stellen stärkster Arbeit, sich den, so darf man vielleicht die Wimperarbeit, als eine ständige, mehr im enste des örtlichen Stoffwechsels, der Athmung, Ausscheidung, Mischung für die Beschaffung des Nährsafts im Grossen thätig denken. Besonre gefärbte Stellen an den Tastern sind für Sekretionsgane angesehen und zuweilen auch Oeffnungen an Tastertzen bemerkt worden. Bis in die Saftgefässe treten Einweidewürmer ein.

Fig. 41.



Offener Taster von Agalmopsis Sarsii Kölliker mit Wimpern a an der Oeffnung und den Nesselkapseln, b in der Wand ringsum.

Grössere Siphonophoren fressen selbst Fische, wobei i der Vielheit und dem Nachwachsen der Nährpolypen r Stock sehr wohl den Verlust des einen oder des anren dieser Stücke in Erschöpfung bei Bewältigung der ute ertragen kann.

Für die Erlangung der Beute kommen die Nesselpseln wie bei den folgenden Coelenteraten in Betracht d sollen hier für die ganze Gruppe, sowie für ihr Vormmen an anderen Stellen und auch mit Ausdehnung f etwaigen anderen Gebrauch als für Nahrungsbeschafng beschrieben werden. Sie sind hier Dermalprodukte, können im Ektorm und Endoderm gebildet werden und an den Nährpolypen selbst an eigneten Stellen angebracht oder in besonderer Anordnung zugetheilt sein.

Der Begriff der Nesselorgane ist zuweilen erweitert worden auf stäbchenrmige Körperchen in der Trichocystenschicht einiger Ciliateninfusorien ter der Myophanschicht, aus welchen bei Zusatz von Essigsäure feine dchen springen. Eine weitere direkte Vergleichbarkeit solcher mit den sselkapseln der Coelenteraten ist nicht nachgewiesen. Ferner sind Nesselgane von Eimer für einige Schwämme behauptet worden. Ebenso hat an gewissen Gebilden in der Haut von Strudelwürmern und Schnecken esen Namen gegeben.

Bei einigen Strudelwürmern oder Turbellarien, nämlich den Prostomeen d Mikrostomeen entsprechen wirklich die Nesselkapseln in Umdrehbarkeit, stalt der Körper und Fäden, auch der Anwesenheit von Widerhaken in hr hohem Grade plumpköpfigen Nesselapparaten der Coelenteraten. Es nd allerdings Gründe vorhanden, anzunehmen, das Umstricken sei hier, enn nicht die einzige, doch wenigstens eine wesentlichere Wirkung als das esseln; das wäre aber vielleicht auch bei einigen Coelenteraten der Fall. anderen Fällen, und meistens, liegen grosse Mengen einfacher Stäbchen der Haut und zwar in Paketen in lang schlauchförmigen Zellen, in

welchen sie erst allmählich gegen die Oberfläche rücken, so dass O. Schmidt der Meinung war, sie gehörten gar nicht der Haut an, wobei allerdings ihr Vorkommen am Pharynx mit in Betracht kommen konnte. Die Entladung solcher sah Schneider bei den Mesostomeen. Diese Formen verkleinert würden den Trichocysten der Infusorien näher stehen und es entnahm Häckel daraus, dass jene Stäbchen in einer Turbellarienzelle in Menge entstehen, eine Waffe dagegen, dass man aus dem Vorkommen vieler Stäbchen den Infusorien die Einzelligkeit bestreiten wollte. Die Vermuthung von Max Schultze, dass sie bei den Turbellarien Endorgane des Nervensystems seien, war wohl ein grosser Missgriff, theils veranlasst durch die strassenförmige Anordnung nahe dem Nervensystem, welche Stelle aber ebenso dem angreifenden Vorderende und dem Munde nahe ist, theils durch oberflächliche Aehnlichkeit mit an anderen Stellen in Nervenendigungen damals Aufmerksamkeit Erregendem. Unter den Turbellarien bildet aber Allostoma pallida ganz plumpe Fäden in grossen Zellen und eingerollt in Blasen, welche wieder in Blasen stecken. Das führt grades Wegs zu den Nacktschnecken der Familie der Aeolidier und der Gattung Pleurophyllidium, bei welchen nach R. Bergh in Säcken mit feiner äusserer Oeffnung Bänder gebildet werden am einen Ende breiter und mit welligen Rändern. Aehnlich finden sich unter den beschalten Schnecken bei Janthina in Kapseln liegende gerollte Bänder, welche bei Bildung des Eiflosses mitwirken. Bei Nemertes findet sich nach Schneider die grösste Aehnlichkeit mit Drüsenzellen und auch die von ihm benannten Spinndrüsen am Hinterbauche der Mesostomeen enthalten in kleinen Bläschen gekrümmte Stäbchen. Als entfernteste Verwandte erscheinen die Follicules bacillipares Claparède's, nach und nach von verschiedenen Autoren bei einer ganzen Reihe von Anneliden in der Haut, selbst der Cirrhen und Antennen, nachgewiesen und mit der Schleimabsonderung in Beziehung gebracht.*)

Durch diese Beispiele, nach welchen Fäden, Stäben, Bändern ähnliche Gebilde in ziemlicher gestaltlicher Verschiedenheit als Absonderungen von Zellen, welche etwas tief in die Haut sich einsenken, oder einzelligen Drüsen und mit verschiedener Verwendung erscheinen, wird die an sich so ausgezeichnete Beschaffenheit der Nesselorgane bei den Coelenteraten leichter begreiflich.

Doch erscheint alles Verglichene wenig bedeutend gegenüber der vorzüglichen Vertretung bei den Coelenteraten, im älteren Sinne ohne die Porifera, für welche die Nesselkapseln als ein gemeinsames Merkmal und für deren Leben sie von hervorragender Bedeutung erscheinen. Auch sind hier die Zahlen, in welchen sie an einzelnen Thieren vorkommen, ungeheuer

*) Moseley meint Homologieen zwischen den Stäbchen, welche er auch bei Landplanarien nachwies, und den Borsten der Anneliden annehmen zu dürfen.

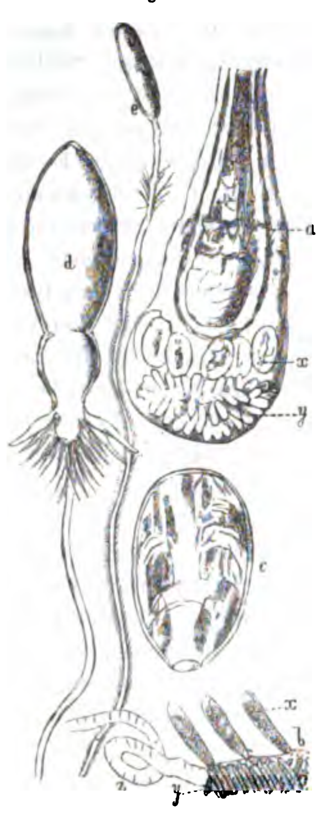
ss; **Möbius** berechnete für eine mittelgrosse Seerose, Anthea cereus, nur den Fühlern 6450 Millionen. Dabei sind sie fortwährend im Ersatz, verhalten sich wie kommende und verschleissende Epithelzellen.

Diese wichtigen Werkzeuge sind, obwohl schon die ältesten Autoren Aristoteles und Plinius her die Nesselwirkung gewisser Seethiere nten und diese danach *κνῖδαι* und *ἀκαλῆφαι* nannten, erst seit wenigen rzehnten, seit der Benutzung besserer Mikroskope, gesehen worden. Noch 6 hielt sie Gäde für Eier, 1829 sprach der ausgezeichnete Escholtz von der brennenden, betäubenden Flüssigkeit in den Kanälen ger Fangfäden und von stark auf die Nerven wirkender Schleimabsonung anderer, 1835 hielt Wagner jene Körper für Samenfäden. Im en Jahre beschrieb sie Corda ziemlich unvollkommen für Hydra fusca, gner erkannte seinen Irrthum, es folgten rasch Ehrenberg und von bold für Aktinien und Medusen und 1841 gab Erdl eine Beschreig mit ziemlich richtigem Verständniss der mechanischen Einrichtung. ch die speziellen Untersuchungen von Gosse, Möbius, Haime und gelegentliche Berücksichtigung fast aller Zoologen erfreut sich ihr Verdniss jetzt grosser Klarheit trotz der nicht unbeträchtlichen Komplion der Einrichtung und der Schwierigkeit der Untersuchung. Ein Nesseln besteht hiernach aus einer umhüllenden Kapsel, deren Wandung r an einem Pole kontinuirlich in Verbindung mit einem in sie einülpten hohlen fadenartigen Theil steht. Die Kapsel kann von der ligen durch die ovale zur langstabförmigen Gestalt übergehen, auch mit leichen Seitenlängen, dadurch gekrümmt, nierenförmig, erscheinen. Der e Theil, die Basis, des Fadens wiederholt entweder etwas verkleinert Form der Kapsel, so dass er eingestülpt der Innenwand anliegt und gestülpt ein zweites abgeschnürtes Köpfchen bildet, oder stellt erheblich naler in der Kapsel einen „Axenkörper“ (Möbius) dar. Immer stülpt der Faden aus dieser Einstülpung noch einmal zurück und dann wieder so dass die Axe drei Doppelkonturen zeigt, und der innerste übernde Theil des Fadens wickelt sich spiralig um jene Axe. Die Basis Fadens zeigt gewöhnlich steife Häkchen oder Härchen, nach Gosse eilen auf wulstförmigen Streifen geordnet, im eingestülpten Stande im lraum dicht zusammengedrückt, im entfalteten aussen abstehend mit Spitzen gegen die Wurzel zurückgebogen. Wahrscheinlich und zuweilen z deutlich bekleiden diese Härchen den ganzen Faden. Bei Berührung reifen Nesselkapseln, „Cnidae“ Gosse, dreht sich der ganze Faden, thoraeum“*) Gosse, um, wirbelt vor, schlingt sich um fremde Körper, er „Lassocells“ bei Clark und Anderen, und verursacht Brennen der t, Lähmung und Tod bei kleineren Thieren. Gosse hat nachgewiesen,

*) von *ἐκθρώσκω* herausspringen.

dass die Fadenspitze mit Energie in begegnende Substanzen eindringt; di
Haare sind dann, oder auch beim Anhängen als Widerhaken wirksam.

Fig. 42.



Nesselorgane von Agalmopsis Sarsii Kölliker.
a. Nesselkopf 140mal vergrössert mit grössten Nesselkapseln bei x und kleineren bei y. b. Ein Stück Nesselband mit einzeln stehenden grösseren Kapseln am Rande x und in doppelter Reihe dicht gedrängten kleineren auf der Fläche y; das Ende des Bandes z hat alle Kapseln verloren; etwa 300mal vergrössert. c. Eine der grössten Kapseln des Nesselkopfes und d. Vordertheil des entleerten Fadens, beide 540mal vergrössert. e. Der aus einer der grösseren Kapseln am Rande entleerte Faden, 540mal vergrössert.

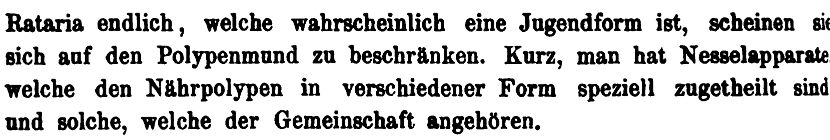
Da die Nesselkapseln in Zellen, wi
neben Anderen ich selbst bei Rataria ge
nauer beschrieben, entstehen, so wäre denl
bar, dass die giftigen Eigenschaften vo
aussen anhängenden Zellsubstanzresten her
rührten. Dieses Aussen wäre zugleich de
Hohlraum des eingestülpten und die Obe
fläche des ausgestülpten Fadens, also d
wirksame Stelle. Es wäre aber auch z
lässig, die festen Wände der Kapsel un
ihres geformten Fadeninhalts als äusse
Plasmaabscheidung anzusehen, wobei d
Plasma sich differenzirt hätte in die Fade
substanz und den als Kapselinhalt erübr
genden Rest. Ein solcher Kapselinhalt i
als wäre er explodirbar, für die Vorschne
lung des Fadens in Anspruch genomm
worden und könnte dann noch durch d
offene Spitze oder durch die Wände wi
kend gedacht werden. Der Effekt der Vo
schnellung scheint uns jedoch eher dur
eine hoch gespannte Elasticität erklärt we
den zu sollen, welche in der festen Mas
selbst läge, und welcher eine kleine Au
haltung plötzlich wegfiele. Die Umdrehu
erfolgt auf leisen Druck, zuweilen verm
telt durch besondere Einrichtungen, sowo
aus fremder Quelle, als bei Kontraktion d
Thieres selbst. Man braucht nur eine u
gleiche Spannung in der äusseren und inn
ren Wand der hohlen Theile anzunehme
und etwa ein Pfröpfchen oder eine ähnlic
Hemmung, welche dem Drucke wiche. E
ist wirklich für gewisse Kapseln eine A
Deckelchen, eine stärkere Falte an der ei
gestülpten Basis beobachtet worden. D
Besetzung mit elastischen, in Beugung gespannten Haaren würde für d
Entfaltung nicht ohne Bedeutung sein, vielleicht von grösserer als für d
Anhaften, da sie ja an dem Ende des Fadens fehlt oder kaum merk
lich ist.

Eigenthümliche Spitzen an Nesselzellen oder auch an unter sie gemisch-
n anderen Zellen, „Cnidocilia“, ragen nach Claus bei Siphonophoren,
ıch Schulze bei Cordylophora zwischen dem Epithel hervor und ver-
itteln im Zusammenarbeiten den Nesselkapseln frühzeitig die Berührung.
er Druck der eigenen Haut wird voraussichtlich in der geeignetsten Weise
r die Umdrehung der Kapseln wirken.

Die mannigfache Verwendung und das Vorkommen starrer Theile neben
ıergisch wirkenden Flüssigkeiten lassen sich, wenn man die besondere
orm ganz bei Seite stellt, am ersten mit dem, was von Speichelorganen
höherer Thiere geleistet wird, vergleichen. Da finden wir neben der ge-
öhnlichen chemischen Wirkung der Einspeichelung für die Verdauung die
ftige bei Schnecken, vorne stechenden Insekten, Schlangen, tollen Hunden,
ier auch die mechanische fester fadenförmiger Elemente in Umstrickung
ıd Gehäusebildung durch erstarrende Speicheldrüsensekrete, namentlich
ɔinnfäden. So treten die Nesselzellen bequem ein in die Gruppe der
rüsenzellen und mesodermale Lagerung wird für sie stets nicht mesoder-
ale Entstehung, sondern nur ein Hineinwachsen zu bedeuten haben, etwas
ekundäres sein.

Die giftige Wirkung der Nesselkapseln auch am Menschen ist vielfach
ewiesen. Eine zarte Haut empfindet die Berührung von Quallen beim
aden sehr lästig. Waller erzeugte mit dem Nesselgifte an seiner Zun-
enspitze Entzündung und Eiterung. Verany verdanke ich die Matthei-
ng, dass ein Bleistift, mit welchem an den Azoren eine zu zeichnende
ıysalia berührt war, noch nach Monaten in Nizza eine Entzündung der
ippen erregte. Gosse wie Möbius haben sauere Reaktion vergeblich
ıchzuweisen sich bemüht.

Bei den Röhrenquallen sitzen solche Nesselkapseln zunächst um den
Mund der Nährpolypen und Nesselfäden finden sich, vielleicht zum Theil
ıs den Magenwülsten gelöst, dem Mageninhalt untermischt, wo sie die
eute binden und lähmen, möglicherweise auch verdauen helfen. Danach
ɔer sind sie in Benutzung der Arbeitstheilung an besonderen Stellen des
tockes angehäuft und charakterisiren einzelne Individualitäten als „Nessel-
ıdividuen“, welche, wenngleich auch der Vertheidigung, doch wesentlich
er Nahrungsbeschaffung und Bewältigung dienend, hier zu berücksichtigen
nd. Das Gewöhnliche ist, dass an der Basis jedes Nährpolypen eine
Knospe zu einem die Nesselkapseln tragenden Angelfaden auswächst. Es
önnen solche Angelfäden auch an der Basis von Tentakeln stehen, welche,
n Uebrigen den Nährpolypen ähnlich, nicht mit einem Munde aufgebrochen
ind, bei Physophoriden; oder sie können die rings geordneten Tentakel
elbst ausrüsten, bei Physophoriden und Velelliden. In beiden Fällen
ommen dadurch die Tentakel den Nährpolypen an Eigenschaften näher.
Auch können sie an Deckstücken und Schwimmglocken sich finden; bei



Rataria endlich, welche wahrscheinlich eine Jugendform ist, scheinen sie sich auf den Polypenmund zu beschränken. Kurz, man hat Nesselapparate, welche den Nährpolypen in verschiedener Form speziell zugetheilt sind, und solche, welche der Gemeinschaft angehören.

Die den Polypen zugetheilten Angelfäden oder Nesselkapselträger sind theils einfach, theils verästelt oder zu mehreren an einem Stamme befestigt. Sie tragen die Nesselkapseln meist auf bestimmte Stellen, welche einer besonders starken spiraligen Rollung fähig sind, beschränkt: Nesselbatterien, Nesselköpfe oder Nesselknöpfe. Um solche kann sich der Stiel von der Basis her, glockenförmig erweitert, wie ein Mantel umlegen. Alle Stiele sind vom Axenkanal gespeist, die Wände sehr kontraktil, die Köpfe oft bunt und diese Theile bieten in Anziehung und Ausstreckung ein reizendes Schauspiel, sicher durch die bunte Färbung unterstützt zur Anlockung der Beute in die gefährliche Nähe. An einer Siphonophore kann man zwar verschiedenartige Nesselkapseln finden, so an Apolemia uvaria fünferlei, aber die Formen sind doch für die Gattungen charakteristisch. Die gröberen sind vermuthlich schwerer auslösbar: schweres Geschütz.

Den Siphonophoren, pelagisch schwimmenden Hydroiden, reihen sich sehr nahe an die sessilen Hydroide, welche zum Theil medusoide schwimmende Wechselgenerationen von Quallen mit Schwimmsaum, Craspedota, entsenden, mit ungleicher Vertheilung der Leistung für das Gesammtleben, namentlich in Betreff des Fortpflanzungsgeschäftes auf die beiden Generationen. Auch gewisse Siphonophoren, Velellen, können, wie Andere Trauben, in welchen Nährpolyp, Geschlechtsknospen, Fangfaden und verschiedene Stücke nicht unter der radiären Quallenanordnung verbunden sind, Eudoxien, ablösen, so Quallen entsenden. Bei den sessilen Hydroiden findet sich andererseits diese Quallenbrut nicht ausnahmslos. Namentlich vermitteln diejenigen sessilen Hydroide zu den Siphonophoren, bei welchen neben der ihnen allgemein zukommenden Herstellung besonderer Geschlechtsknospen auch besondere Nesselkapselträger gebildet werden, Sertulariden, oder bei welchen gar die Tentakel, den Tastern und Angelschnüren der Siphonophoren entsprechend, nicht mehr kranzförmig um den Mund der Nährpolypen geordnet, sondern zerstreut stehen, und so der Bedeutung als Individuen für sich am polymorphen Stocke näher geführt, der der Organe eines Einzelkörpers mehr entfremdet werden. Die einfachen Formen lassen sich dadurch, dass Hydra Knospen bildet und einige Zeit trägt, ja sogar an ihnen Enkelknospen erzeugen kann, während Alles sich später ablöst, also, wenn auch nur vorübergehend, einen Stock darstelltt, mit den zusammengesetzten verbinden.

1741 machte Trembley Untersuchungen über diese Hydra, den grünen Süsswasserpolypen, welche das grösste Aufsehen erregten und vielfach Nachahmung fanden. Er sah diese Thierchen kleine Krebse und selbst Fischchen,

t ihren fadenförmig ausgestreckt im Wasser treibenden Armen berühren, rauf die Beute alsbald festhing, andere Arme zugriffen und das Thier n dem zwischen den Armen sich öffnenden Mund, oft ohne Widerstand leisten, verschluckt wurde. Das Anlegen des Arms genügte, Umfassen r nicht nöthig. An diesen Armen stehen die Nesselkapseln auf spiralig rdneten Warzen. Da Trembley dann die Bläschen, aus welchen die nze Haut gleichmässig gebildet schien, die Nahrung anziehen und auf diese eise das Thier sich ernähren sah, so glaubte er, es werde der Polyp sich nso wohl mit der äusseren Hautfläche ernähren können, wie mit den schen der Magenraumwände. So war auch Marsigli der Meinung gesen, dass die Zoophyten durch die Bläschen der äusseren Haut Nahrungst aufsaugten. Da Trembley eine Flüssigkeit, geeignet diesen Versuch ekt, mit Einsetzung der Hydra im normalen Stande, zu machen, nicht nte, beschloss er das Thier umzudrehen, das Aeussere einzustülpen, was 1742 mit besonderen Manipulationen geläufig wurde. Durch eine räg durchgestossene Schweinsborste hielt er die Thierchen in der neuen rfassung. Dass der Körper wirklich umgedreht sei, kontrollirte er unter derem dadurch, dass etwaige früher aussen aufstehende Knospen nun im gen sassen und dann, wenn der Reife näher, ihre Entwicklung und Abung hier vollendeten, wenn jünger, sich selbst umdrehten und so wieder h Aussen kamen, auch dadurch, dass die jetzt aussen stehenden Oeffnun- an der Wurzel der Arme sich schlossen und wahrscheinlich neue gegen Leibeshohlraum aufbrachen. Bereits nach zwei Tagen frassen solche gewandte Hydren wieder Würmer (es sind damit Mückenlarven gemeint) l eine blieb zwei Jahre lebend. Allamand drehte einige später auf's ue um und eine dreimal. An halbumgedrehten brachen neue Mäuler aus an Knospen. Auch wurden ausgeschnittene flache Stücke, nicht durch rige Zusammenlegung, sondern durch Quellen und Invagination eines en Magens, zu vollständigen Thieren, wodurch schon Bonnet sich verasst sah, zwei Häute anzunehmen, deren innere ebenso wohl äussere sein ne. Es schien, dass eine mässige Summe beliebiger Theilchen das Thier räsentire und gestaltlich so wieder herstellen könne, wie früher durch Knospe oder aus dem Ei. Aber die Gegensetzung von Ektoderm und doderm lässt doch die Bezeichnung des Magens der Hydra bei Milne lwards als „simple excavation creusée dans le tissu commun de l'orisme" nicht ganz ausreichend erscheinen.

Im Uebrigen kann man betreffs der Ernährung der sessilen Hydroide rz sein, weil die Einrichtungen sich ganz denen der Siphonophoren anliessen. Wenn ein Stock auf gemeinsamem Stamm aufgebaut wird, so hält dieser einen Axenkanal, welcher, trotz der entgegengesetzten Anhten Cavolini's, Meyen's, und für Coryne P. J. van Beneden's, h wohl mit allen Verdauungshöhlen in offene Verbindung setzt und in

welchem nach van Beneden grosse Mengen geformter Elemente hin und her bewegt werden. Die Tentakel, welche entweder den Mund der Nährpolypen geordnet umstehen oder an ihnen, auch zwischen ihnen am Stamme weniger regelmässig vertheilt sind, seien nicht überall hohl, sondern in anderen Fällen durch Querwände abgetheilt, was aber sehr wohl unter dem Mikroskope auch nur so scheinen kann. Zuweilen zur Ergreifüng der Beute benutzt, sind sie in anderen Fällen von grösserer Bedeutung für die Athmung, da sie, wenn die Stämme oder gar die Polypen selbst in von der Haut abgeschiedenen Büchsen oder Röhren stecken, doch immer frei bleiben und so den Austausch zwischen umspülendem Wasser und den in ihnen bewegten Säften gestatten. Der Mund erhebt sich zwischen ihnen öfter rüsselartig mit besonderer Rüsselhöhle. Die Zahl der Tentakel kann von Kleinem an bis zwanzig und dreissig steigen, sie können mit dem Alter zunehmen und in mehrere, zum Theil auch weiter vom Mund abgerückte Reihen geordnet sein, auch bündelweise stehen. Die Gattung Protohydra würde nach Greeff der Tentakel entbehren.

Bei Tubularien, Korynen und anderen springen wesentlich muskulöse Längswülste in den Magen vor und die Wände haben bei den Tubularien oft eine gelbliche oder fleischröthliche, in die Tentakel fortgesetzte Färbung. Jedenfalls kommen bei Hydra und Cordylophora im Inneren Wimpern vor, ob überall, ist fraglich; bei Cordylophora tragen die Zellen eine, bei Hydra eine oder zwei Wimpern. Die unbeweglichen feinen Zellfortsätze der Aussenfläche, Cnidocilia, haben zuweilen zur Annahme von Cilien aussen an den Tentakeln verleitet.

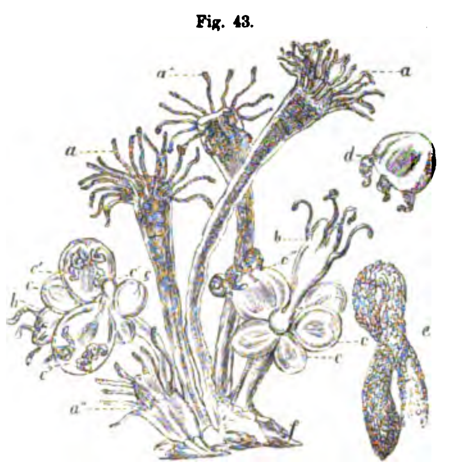
v. Beneden meinte, dass die Seehydroide nur schleimige im Wasser treibende Massen in schwacher Verdauung bewältigen könnten, aber Lovén fand auch in ihnen grosse Kopepodenkrebse. Bei Süsswasserhydren scheint das Ernährungsmaterial, je nachdem es chlorophyllhaltig ist oder nicht, auf die Färbung einzuwirken, vielleicht durch unveränderte Aufnahme des Chlorophylls in die Thiersubstanz.

Werden an Hydroiden in stärkerer Massenentfaltung Knospen gebildet, Eikapseln, Medusenschirme, so entwickelt sich der Leibeshohlraum in solchen Anhängen, deren Form entsprechend, zu einem radiären Kanalsystem, ähnlich dem in Siphonophorenschwimmglocken und das der Quallen anbahnend

Die Nesselkapseln stehen theils am Mund, theils an den Tentakeln; sie können sich aber auch auf besondere, an der Seite der Nährpolypen auswachsende, für die Sonderung an dieser Stelle den Siphonophoren vergleichbare, Nesselpolypen beschränken, welche man bei Plumularien oder Aglaophenien in verschiedenen Formen und zuweilen mehrere zu einem Nährpolypen gestellt findet: Nematocalyces und Nematothecae, gegenüber den eigentlichen Polypen, den Hydrotheken.

Diese sessilen Hydroide bil-
 theils sessile Geschlechtsknos-
,Brutträger, Gonophoren, welche
n Achsenkanal gespeist werden,
ses, falls sie eine mantelartige
hüllung haben, auch vermittelst
iäre Kanäle, und ihre ganze
beit im Zusammenhang mit dem
ck leisten, ihre Brut allerdings
der in verschiedenem Stande
ebend. Theils bilden sie, was
 ersten Fall indirekt geschehen
n, direkt medusoide Brut, also
ospen, welche in Quallengestalt
 ablösen und mit Durchbruch
es Mundes einen mehr oder
niger grossen Theil ihrer Exi-
nz frei schwimmend zubringen
l in diesem freien Stande Ge-
lechtsstoffe ausbilden oder doch
fen, auch Knospen treiben kön-
, wie es am Stocke geschah,
lche nicht Organe oder Theile
 Individuums sind, über das

Fig. 43.



Quallenammung an einer Hydroide, übrigens ähnlich Hydractinia fucicola Sars, Neapel. Ein Stock etwa 20mal vergrössert.
a. a. Generale Nährpolypen mit 14—17 Tentakeln. a'. ein solcher mit 13 Tentakeln, an dem der Mund weit offen. a''. ein ganz junger mit 8 Tentakeln. bb. Spezialnährpolypen mit Stämmen, welche zugleich Gemmen tragen, je nur mit 4 Tentakeln. c. c. c. Medusoide Gemmen verschiedener Grösse, Gonophoren, noch eingeschlossen. c.' Solche, so weit gereift, dass die Fangfäden schon bedeutend gross sind. c.'' Die Kapsel hat sich geöffnet. d. Die Meduse schwimmt ab. e. Ein Tentakel etwa 150mal vergrössert. Die Spitze ist besonders stark mit Nesselkapseln besetzt. f. Der gemeinsame Bodentheil, Coenenchym.

aus, was an Ausbildung solcher Theile etwa noch zu thun bleibt. Diese
dusoide stellen in allerdings nicht überall ganz scharfer Abgränzung die
deren Medusen, Craspedota, das ist Medusen mit Schwimmsaum vom
ckenrande eingebogen, oder Gymnophthalma, das ist Medusen ohne be-
dere Deckläppchen über den Sinnesbläschen am Rande der Glocke, oder
llich Cryptocarpa, das ist Medusen ohne besondere hervorragende Ge-
lechtstrauben dar, gegenüber den höheren Medusen, Acraspeda, Stega-
phthalma, Phanerocarpa, welche in allem Genannten den Obigen entgegen-
setzte Eigenschaften haben. Allerdings giebt es, wie Hydroide, welche
dusoide Sprösslinge nicht liefern, so auch kraspedote Quallen, für welche
ekte Entwicklung bekannt und Generationswechsel unbekannt ist.

Die Organisation solcher Medusoide für die Verdauung kann aus der
i den Hydroiden, besonders in der Modifikation der mit Schwimmglocken
rsehenen Siphonophoren, leicht abgeleitet werden. Auch von Siphonopho-
n, welche viele Nährpolypen besitzen, polygastrisch sind, lösen sich ein-
lne Gruppen, aus einem Nährpolypen mit Deckstück, Spezialschwimm-
ocke, Tentakel, Angelfaden, Geschlechtsknospe bestehend, ab, monogastrische.
. Leuckart wies nach, was Sars schon vermuthet hatte, dass die so-

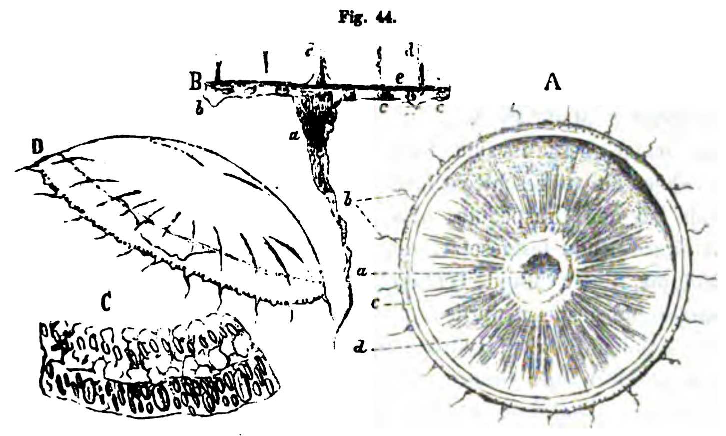
genannten Eudoxien solche abgelöste Siphonophorenpolypen mit nächsten Zubehör seien. Der Achsenkanal schnürt sich an der Ablösungsstelle ab die Wände verkleben, das blinde Kanalende wird ein Saftbehälter und di Schwimmglocken zeigen ihre vier radiären Gefässe soweit symmetrisch, a es die exzentrische Insertion der Achse erlaubt. Im Allgemeinen sitzt dab der Nährpolyp neben der Glocke, der Fangfaden neben dem Polypen, d Geschlechtsknospe am Grunde, oder das Alles sitzt doch nicht im Zentru der Schwimmglocke, sondern wird in eine Nebenhöhle hineingezogen, gewi sermassen seitlich umwachsen von der Schwimmglockenwand. Wenn ma die Wand um den Nährpolypen zu einer Glocke vorgezogen, die Ange fäden rings geordnet und die Geschlechtsproduktion in die Wand d Glockenkanäle gelegt denkt, so hat man den Bau kraspedoter Medusen u diese Anordnung trifft viele Knospen sessiler Hydroide.

Der dem Nährpolypen entsprechende Theil hängt in der Regel glei dem Stiele eines Hutpilzes oder dem Klöpfel einer Glocke lang herab; b den Aequoreiden ist der Magen dagegen, dem flachen Bau der Scheibe en sprechend, sehr kurz. Radiäre Kanäle entspringen vom Grunde der Mage höhle meist nach dem Numerus 4 oder 6, laufen in der Scheibe oder Glock öfter verästelt, gegen die Peripherie, stossen dort in der Regel auf Kanä der Fangfäden und sind fast immer durch ein Ringgefäss verbunden. kann jedoch nicht allein die Zahl der Fangfäden am Rande der Glocke e Vielfaches der Radiärkanäle bilden, indem interradiäre Fäden gebild werden, sondern es kann auch durch Mangel der Entwicklung einzelner d Zahl ungrad werden, Steenstrupia, oder zu vier Kanälen gar nur ein Fade sich finden, Hybocodon. Nach Cobbold fehlt bei Thaumantias achroa d Verbindung des Zentralraums der radiären Gefässe am Scheitel mit de Magengrunde. Wenn, wie bei Geryoniden ein kleiner Magen an der Spit eines langen Stiels sitzt, müssen die Gefässstämme schon im Stiele sichtb werden, wo sie dann bei guter Fütterung wie seidenglänzende Bänder e scheinen. Auch kann der Magen taschenförmige Ausstülpungen besitze Aeginidae, welche bis zum Scheibenrande reichen, oder es können Radiä kanäle aus ähnlichen Magenanhängen entspringen, Charybdaeidae. Endlic kann es geschehen, dass vom Ringgefäss nicht allein die weiteren Ranc fäden, welche nicht auf Radiärkanäle treffen, gespeist werden, sondern v ihm auch blinde zentripetale Ausläufer gegen den Grund der Glocke zurüc laufen, deren bei Geryonia conica je neun zwischen je zwei Radiärkanäle liegen. Endlich können die Radiärkanäle, in deren Wandung die Geschlecht produkte entwickelt werden, an solchen Stellen sich zu Taschen ausweite Alle diese, den Gastrovaskularapparat von den engen, aus den gewöhnlichere Ausführungen hervorgehenden, Vorstellungen befreienden Abweichungen g hören übrigens wenigen Familien an, Trachynemiden, Aeginiden, Geryonide Charybdäiden, welche keine hydroide Wechselgenerationen bilden und auc

ine strobiloide, wie die höheren Medusen es meist thun, und welche man
shalb einfache Medusen, **Haplomedusen**, nennen könnte gegenüber
n **Hydromedusen** und **Strobilomedusen**.

Der Mundrand der kraspedoten Medusen kann in Lappen oder Arme
sgezogen und seine Nesselkapseln können in bestimmte Gruppen geord-
sein. Die Fangfäden, theils einfach, theils getheilt, theils fadig, theils
nöpft, meist sehr beweglich in Aussenken und Rückziehen, bei den
achynemiden aber starr, öfter in Länge ungleich, weil durch neue Spros-
gen in den Zwischenräumen vermehrt, sind häufig in kurzen Abständen
knotig und rauh von der Anhäufung der Nesselkapseln.

Fig. 44.



kraspedote Meduse, Aequorea species nova? aus Nizza, bei dieser Grösse mit 21 Fangfäden von 6mm.
ge, ebenso vielen interradiären Höckerchen und 59 Gefässen, von denen wahrscheinlich die dritte Serie noch unvollständig.
on der Konkavität gesehen in natürlicher Grösse: a. Mund im kurzen Magenstiel. b. Fangfäden. c.
rimmsaum, craspe. d. Radiäre Gefässe. B. Ein Stück vom Glockenrande etwa 6mal vergrössert: a.
fāden. b. Interradiale Höckerchen (junge Fangfäden). c. Randkörperchen, Sinnesorgan. d. Radiale
sse. e. Randgefäss. C. Mundsaum mit den Nesselkapseln, 800mal vergrössert. D. Ansicht von der Seite in natürlicher Grösse.

Die Radiärkanäle mit den ihnen zukommenden besonderen Entwick-
gen stellen nicht allein ein ernährendes und sowohl durch die Füllung
Flüssigkeit im Allgemeinen, als auch durch deren Vertheilung irrigiren-
Gefässsystem, sondern auch die Ausführungsgänge für die Geschlechts-
dukte dar, falls letztere nicht durch Platzen des Glockengewebes an
konkaven Fläche, der Subumbrella, frei werden. Auch kann der Mund
ospen austreten lassen, welche sich von der Magenwand ablösen, Cunina,
r von dem zungenförmig in den Mund reichenden Magengrund, Glosso-
lon und Carmarina unter den Geryoniden.

Forbes entdeckte, dass die Kanäle der Schirme mit Wimpern ver-
en sind, **Cobbold** sah neben kleineren Körperchen grosse gekernte
tterzellen zirkuliren. Sie hatten bei Thaumantias einen regelmässigen
eislauf. Zwei Gefässe führten vom Ring zum Zentralraum, die beiden

anderen von dort zum Ringe zurück. Häckel sah an Geryoniden bei guter Ernährung ebenfalls in Radiärkanäle und Ringgefäss zahlreiche kleinere und grössere, meist stark lichtbrechende, fettglänzende Körnchen und Bläschen als Verdauungsprodukte des Magens eintreten und in diesen durch Flimmerbewegung umhergeführt, so dass die Kanäle weisslich erschienen.

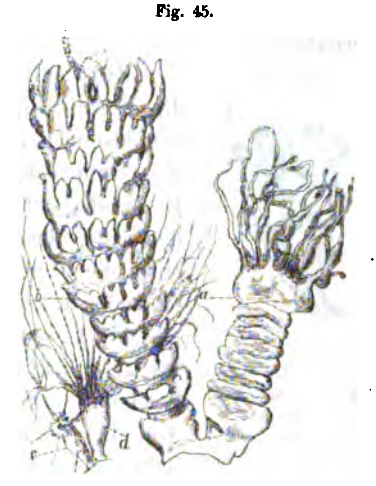
Der Mund kann Thiere, welche seiner Grösse entsprechen, überschlucken. Ja, er ist dabei sammt dem Magen sehr dehnbar und, wie Mc Crady eine Liriope einen Fisch tödten sah, welcher sie dreimal an Grösse übertraf, so fand Häckel den Magen von Glossocodon zuweilen auf das Zehnfache durch Speisebrei ausgedehnt. Darunter findensich oft Fischchen öfter pelagische Krebse. Die Magenwand kann in longitudinalen Reihen eigenthümliche dunkelkörnige Zellen zeigen, welche den Verdauungssaft abscheiden mögen.

Die höheren Medusen Acraspeda (Phanerocarpa, Steganophthalma) gehen ebenfalls zum Theil aus sessilen Jugendformen hervor, an welchen aber die ungeschlechtliche Vermehrung etwas anders zu Stande kommt als bei den Craspedota. Nachdem die bewimperte Larve, Planula sich mit einem Ende festgesetzt, die Verdauungshöhle mit einem Mund eröffnet und um diesen Mund Tentakel gebildet hat, welche später von der Verdauungshöhle gespeist werden, gliedert sich, wie Sars 1830 berichtete der so entstandene, einer Hydra ähnliche, Körper, das Bechermaul, Scyphistoma, durch Querschnitte wie ein Bandwurm oder zum Bilde in einander gesetzter Schalen, während de Sor und Schneider meinten, dass diese Vorgang als eine Knospung am Munde zu bezeichnen sei. Der so gegliederte Stock, Tannenzapfen, Strobila, entsendet eine kleine Meduse nach der anderen, an welchen die Axe zum Magen, der Rand zur Glocke, die Tentakel oder Randläppchen zu Fangfäden, wenn auch zunächst Alles un vollkommen, werden. Auf diese Scheiben wurde der von Peron für Medusen ohne Arme und Randfäden begründete Namen der Ephyren angewendet. Sars fand sie dann etwas älter, sah bei 1½''' Grösse die Gefässe sich schon auf sechszehn vermehren, den Magen wimpernd und gelangte bis 1837 dahin, sie als junge Brut zu Medusa aurita zu verstehen was bald bestätigt und erweitert wurde. Die Planulae von Pelagien bilden kein sitzendes Scyphistoma, sondern stellen sich schwimmend durch Invagination eine Verdauungshöhle her und werden ohne Strobilation zu Quallen. Die Ablösung der Ephyren vom Scyphistoma kann nur geschehen indem die Verdauungshöhle jedesmal mit durchschnitten, abgeschnürt und verklebt wird. Schneider sah bei denen der Medusa aurita noch das Loch am Rücken.

Bei den erwachsenen höheren Medusen ist der Mundrand gewöhnlich mit radiären grossen Lappen oder Armen versehen, welche einen trichterförmigen Raum umschliessen und sowohl durch die von den einzelnen gebil

ten Rinnen einen Strom zum Mund
iren als auch grössere Beute umfassen
nnen. Die Ränder am einzelnen Lappen
wachsen bei den erwachsenden Rhizo-
miden und es läuft danach die Ver-
ungshöhle, statt in einen Mund,' in
t auf vier Basen stehende Armkanäle
l an diesen wieder in viele kleine Ka-
e aus, welche sich endlich an der Spitze
Arme öffenen, eine Polystomie einer
igens bestens zentrirten Individualität.
Randfäden der Glocke fehlen nur
sen Rhizostomiden, welche dafür an den
räuselten Rändern der gedachten Arme
zelfädchen besitzen. Zwischen den Ra-
rkanälen bilden zahlreiche Verbindungen
Netzwerk der Scheibe aus. Bei diesen
eren Quallen haben die Aussackungen
Magenhöhle, welche die Geschlechts-
fe in ihren Wänden ausbilden und
er der Glocke als besondere Trauben
cheinen lassen, daselbst besondere Aus-

Fig. 45.



Strobiloide Quallenammung von Cyanea capillata Linné nach van Beneden.
a. Eine Strobila, welche die Tentakel des Scyphistom noch vollständig besitzt und erst acht Scheiben gebildet hat. b. Eine Strobila, bei welcher die Tentakel des Scyphistom bis auf einen durch Einziehung verschwunden sind und welche zwölf Scheiben gebildet hat. c. Ein jüngeres. d. Ein älteres, an Tentakeln reicheres Scyphistoma.

rgänge. Auch kann der Magen durch Wände unvollkommen getheilt
. Solche Medusen, manchmal über einen Fuss im Durchmesser und
eilen durch ihre Menge das Meer fast steif machend, Seeflaggen der
trosen wegen der schönen Färbungen, fressen Krebse, Würmer, Mollus-
, Fische. Mit solcher Beute dürfen diejenigen Thiere nicht verwechselt
den, welche als halbe Schmarotzer unter dem Schutze der Glocken,
rscheinlich von den Abfällen als Kothfresser, leben. Das kommt schon
Siphonophoren vor; unter der schwimmenden Kolonie von Physalia
meln sich manchmal ein Dutzend und mehr Fischchen. Hier erreicht
hes seinen Höhepunkt; junge Caranx und Clupeoidfische, nach Günther
ar ausgewachsene winzige Skomberoidarten halten sich unter der Glocke
her Medusen. Auch bei Rippenquallen schmarotzen Würmer, die Alcio-
n und der Scolex acalepharum Sars; ebenso bergen grosse Aktinien an
chinesischen Küste nach Collingwood kleine Fische.

Einige Medusen lieben den hellen Sonnenschein, andere zwar den Tag,
r nicht die Sonne, andere die tiefe Nacht, auch dann durch ihr phos-
reszirendes Licht im Stande Seethiere zu locken, sie zu ihrem raschen
chsthum, der Erzeugung ihrer grossen Menge von Eiern verbrauchend.
Mund kann sich anheften, die mit Nesselkapseln besetzten und zwischen
ch Nematocilien tragenden Fangfäden umgreifen die Beute, welche der



Mund aufnimmt. Nur die Rhizostomiden müssen später sich durch Aufsaugen ernähren.



Fig. 46.

Lucernaria convolvulus Johnston; Nordsee; natürliche Grösse. a. Vorstehender Magensack. b. Ein Paar Träger zahlreicher kleiner Tentakel.

Zwischen die Hydromedusen im weiteren Sinne und die Korallenthiere, Anthozoen, schiebt sich, den sessilen Scyphistomen am nächsten, aber keine Quallen entsendend, die Gruppe der Lucernaridae oder Podactinarier ein. Es erhebt sich bei ihnen, ähnlich wie bei gewissen Hydroiden und dem Magenstiel der Medusen vergleichbar, aus einer die Tentakel tragenden Scheibe ein sich zum Munde öffnender Kegel. Die Tentakel stehen immer in acht Haufen, bei L. octoradiata und quadricornis in jedem etwa 25 bis 27 Stück. Da zwischen diesen Haufen die Scheibe eingeschnitten ist, erscheinen sie als auf acht Armen stehend. Von diesen rücken immer je zwei näher zu einander, behalten aber doch jeder einen besonderen Radiärkanal. Das ungleiche Maass solcher Annäherung und die ungleich starke Einsenkung der Scheibe bedingt besonders das Ansehen der Arten. Die erste gute Untersuchung wurde 1846 an der gemeinen Art der Nordsee, Lucernaria quadricornis, von Frey und Leuckart gemacht. Allerdings giebt es zwischen den verschiedenen Gattungen und Arten erhebliche Verschiedenheiten, und es hat die Ausdehnung der Untersuchungen die älteren Meinungen erweitert und berichtigt.

Ueberall ist die Aussenfläche, besonders an der Spitze der Tentakel mit zahlreichen Nesselkapseln besetzt. Die Scheibe kann mehr flach oder glocken- und urnenförmig sein. Milne Edwards sah am Grunde der Tentakel liegende Aufblähungen irrig als irrigirende Ampullen an. Vom Mundrande senken sich wurmförmige innere Mundtentakel in die Verdauungshöhle. Diese ist in der Peripherie innerhalb des Rumpfes durch senkrechte Wände, welche auf der Scheibe und der Aussenwand innen aufsitzen, in Taschen getheilt und diese setzen sich in das Innere der Arme fort. Die ganze Innenfläche wimpert. Die Speise tritt nie in den Stiel oder die Radiärkanäle.

In der damaligen Arbeit hat Leuckart gerade bei Lucernaria die Höhle, welche der Mundkegel umschliesst, als Magenhöhle dem weiteren Hohlraum als der Leibeshöhle entgegengesetzt, gegen die Ansicht von delle Chiaje, nach welcher die Leibeshöhle ein Magen wäre und die davon ausstrahlenden Taschen ebenso viele Darmröhren. Es hat das zunächst die Bedeutung haben sollen der morphologischen und physiologischen Identifizirung dieses Taschenapparates mit dem Gefässapparat der Akalephen. Ebenso nannte Leuckart das Chylusgefässsystem der Rippenquallen Leibeshöhle im Vergleich mit der Leibeshöhle der Anthozoen. Es war die Gleichstellung von Taschen und röhrigen Gefässen, welche mit dem Magen i

ffener Verbindung standen. Das hat aber nicht die Bedeutung haben sol-
en der entwicklungsgeschichtlichen Identifizirung mit der Leibeshöhle höhe-
er Thiere, jetzt Coelom genannt und aus Spaltung des Mesoderm ent-
anden.

Allerdings verschob sich das in weiterer Erklärung des Coelenteraten-
ypus etwas, nämlich dahin, dass unter den Nesselträgern, Nematophora
der Cnidae, für die Anthozoen und Ctenophoren ein unvollkommenes in
en Körper hineinhängendes Magenrohr vorhanden sei, in den anderen alle
egetativen Funktionen in der Leibeshöhle selbst geschähen, welche sich
ur physiologisch gliedere. Von 1865 kam durch Noschin und Kowa-
evsky die Ansicht zur Geltung, dieser durch Invagination entstandene
ohlraum sei Verdauungshöhle und die Benennung Leibeshöhle sei zu be-
hränken auf den hier meist nicht vorhandenen Spaltraum zwischen Ekto-
erm und Endoderm, die alte Furchungshöhle. Der Magen der Aktinien
i eine nachträgliche Einstülpung am Mundrande. Leibeshöhle im ersten
inne und im zweiten Sinne waren also nicht identisch und die zweite Auf-
ssung hatte die Homologieen für sich. Darauf hat Häckel den wegen
es Zusammenhangs des Verdauungsapparats und der Leibeshöhle im alten
inne von Leuckart gewählten Namen Coelenterata nicht mehr
rauchen mögen und die Nesselthiere als Acalephae neben die Schwämme,
orifera, unter die Zoophyta gereiht, wobei aber jeder dieser Namen den
ebräuchlichen Verwendungen entfremdet wird.

In der Auffassung dieser Verhältnisse, der Gegensetzung einerseits des
oeloms, der Leibeshöhle, als Spaltraum zwischen dem Verdauungskanale
nd seinen Anhängen und dem Hautschlauch und seinen Anhängen, anderer-
its der Verdauungshöhle selbst wird eine weitere Modifikation nöthig sein,
elche in sofern ein Rückschlag sein dürfte, als sie die mit der Verdauungs-
öhle offen kommunizirenden Gastrovaskularräume doch ebensowohl mit dem
bgeschlossenen Coelom als mit dem abgeschlossenen Gefässsystem vergleich-
ar, homotyp, darstellen würde. Das beruht unseres Erachtens nach auf
er mit der histiologischen Gliederung der Blätter zugleich gegebenen Kon-
nuität des Gleichartigen in der Entwicklung. Für die Epithelien, welche
e wirklichen Coelome auskleiden, meist sehr deutlich aussen auf den
Vänden des Verdauungskanals, innen auf dem Hautschlauch, bestände da-
ach eine ursprüngliche Entwicklungskontinuität mit denjenigen, welche
ussen den Hautschlauch und innen die Verdauungshöhle bekleiden. Das
äre festzuhalten auch bei der Verkümmerung an der einen oder der an-
eren Stelle. Es wäre für diese Kontinuität gleichgültig, ob sie in wirk-
ch offenen Spalten oder Gängen zwischen der Aussenfläche der Haut oder
er Innenfläche des Verdauungskanals einerseits und dem Coelom anderer-
its vorläge, wie bei den Bauchspalten von Fischen meist ohne Eileiter,
uweilen auch mit solchen, bei den Oeffnungen der Tuben des weiblichen





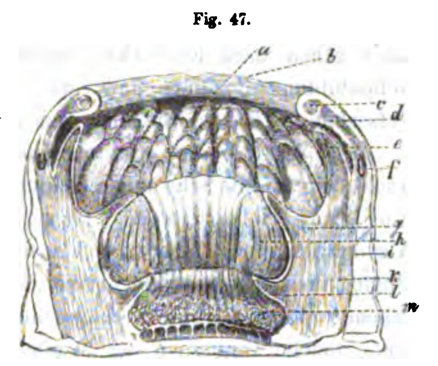
Geschlechtsapparats in die Bauchhöhle, bei den Gärtner'schen Kanälen der Wiederkäuer und Aehnlichem, oder ob nicht nur solche Spalten fehlten, sondern auch die morphologische Kontinuität vermisst würde und nur die histiologische gegeben wäre. Die Vermittlung zwischen Allem diesem ist genügend vorhanden, um das Coelom nicht als eine von den Verhältnissen des Ektoderm und Endoderm unabhängige Spaltung des Mesoderm, vielmehr ebenfalls im Prinzip als eine Invagination anzusehen, wie die Verdauungshöhle, wobei allerdings die Invagination, weil nicht von aussen her eine Höhle, sondern nur eine Gewebseindrängung darstellend, in der Embryonalentwicklung sich zu verbergen pflegt. Wenn wirklich die sowohl bei einzelnen Hydromedusen als bei Anthozoen behauptete Absonderung der Verdauungshöhle vom Vaskularapparat oder den Taschen begründet ist, so kann durch dieses Prinzip, und durch es allein, es vermieden werden, dass innerhalb der nächsten Verwandtschaft und auf den gleichartigsten baulichen Grundlagen ein höchst wichtiger Körpertheil als ganz etwas Anderes angesprochen werden müsste; ebenso in zweifelhaften Punkten der Anatomie der Rippenquallen und der Echinodermen.

Die Anthozoen, Polypen, theils weich, theils durch, von Geringem anfangende, in mächtigen Bankbildungen der Thierstöcke sich vollendende Bildung kalkiger Skeletmassen harte Korallen, unterscheiden sich von den Hydroiden durch eine deutlichere Sonderung von Taschen neben dem zentralen Raume des Gastrovaskularapparats, dem Magen im engeren Sinne, und peripherischen gefässartigen Kanälen. Angebahnt war das vielfach in Taschen am Magen und an den Kanälen der Hydromedusen und Lucernariden. Der Körper ist dabei im Allgemeinen zylindrisch; oben stehen einfache oder mehrfache Tentakelkreise, in der Mitte derselben der Mund mit wechselnden Wülsten und Einfaltungen, formveränderlich, oft etwas mit Bevorzugung zweier Seiten ausgezogen. Von diesem Munde senkt sich ein kürzeres oder längeres Rohr in den Verdauungsraum, Leuckart's Leibeshöhle, vom peripherischen Theil diesen zentralen abgränzend, Speiseröhre nach Rapp und Lacaze-Duthiers, Magen nach Leuckart, in der Mitte am weitesten, meist fast die Sohle erreichend. Ilmoni lehrte schon 1830, dass dieses Rohr auch bei den weichen Aktinien unten offen sei, was bei den Korallen zu bemerken leichter war. Von den Mundwülsten aus lassen sich durch die Länge dieses Schlauchs, namentlich bei den Aktinien, Falten verfolgen, von welchen zwei sich auszuzeichnen pflegen. Am unteren Ende kommunizirt dieser Schlauch mit einer basalen auch die Seitenräume unterfangenden, gemeinschaftlichen, Kammer, dem hypogastrischen Raum. Ringsum stossen auf diesen die peripherischen Taschen, welche, geschieden durch manchmal sehr geringe Stützwände, aufstehend zwischen Magenschlauch, äusserer Körperwand und der Wurzel der hohlen Tentakel, bis in die Tentakel reichen. Sharpey fand, und unsere Abbildung von Tealia

stätigt das sehr bestimmt, dass diese Taschen durch Löcher in den
heidewänden unter den Tentakeln kommuniziren. Dadurch entsprechen
um so mehr, weil wie durch ein Ringgefäss verbunden, den Radiär-
nälen der Quallen. Schneider fand bei Hexaktinien auch die Form
nes Ringgefässes. Der Magensack, entsprechend vorgezogen mit Einwöl-
ng der Scheibe und Verengerung der Taschen, würde die einem Glocken-
öpfel ähnliche Gestalt des der Medusen erhalten. Die Aehnlichkeit steigt,
nn Aktinien das Unterste nach oben gewendet, schwimmen, wie das für
inyas durch eine besondere Luftkammer im Boden normal sein soll.

Aus der Leibeshöhle, speziell
ien Taschen, entspringen zahlreiche
ne Kanäle und verbreiten sich
astomosirend in der Körperwand.
stellen in einem Stocke die Ver-
dung der Haut der ihn zusammen-
zenden Polypen dar, wenn die
ntralhöhlen solcher durch die Ske-
bildung geschieden sind. Aber
ch die Verbindung der Zentral-
len kann in sehr mannigfaltiger
ässartiger Umwandlung erhalten
iben. Bei dem Stocke der Edel-
alle, deren hauptsächliches Skelet
Achsenskelet ist, auf welchem die
ichen Thiere wie auf einer Grund-
e aufsitzen, unterschied Lacaze-
thiers von dem gewöhnlichen
stem der Ernährungsgefässe, ober-
chlich in der Haut der Polypen,
tieferes in den Rinnen jener
lkachse liegendes von Längskanä-
. Nach Kölliker, welcher sich

Fig. 47.



Eine Aktinie, Tealia crassicornis Müller aus dem atlantischen Ozean, natürliche Grösse.
a. Tentakelkrone. b. Ueber dieselbe sich einschnürender Scheibensaum. c. Durchschnitt des Saummuskels. d. Auslauf der vom Schnitt getroffenen Tasche in diesen Saum und e. in den zu ihr gehörigen Tentakel. f. Das durchschnittene Ringgefäss. g. Fortsetzung der Tasche in den Mundrand. h. Mageneinsenkung zwischen zwei Wülsten, welche der Schnitt getroffen hat. i. Muskulöser Theil der Körperwand. k. Kammerscheidewand mit feinen Längsfalten durch ihre Muskulatur. l. Falte, sphincter, zwischen Magen und Camera indivisa basalis und Einsenkung der Tasche in dieselbe. m. Camera indivisa mit den den Septen aufsitzenden Mesenterialfilamenten und zwischen diesen den Eingängen in die Taschen.

die Kenntniss des genaueren Baus dieser Thiere neuerdings sehr grosse
rdienste erworben hat, sind bei den Pennatuliden diese Kanäle, Vasa
ritia majora, geradezu Fortsetzungen des hypogastrischen Raumes. Bei
deren zusammengesetzten kann der hypogastrische Raum der einzelnen
lypen blind enden. Die Septa können sich in solche „Darmröhren“ alle
er zum Theil fortsetzen; bei den Alcyoniden alle acht, bei den Siphono-
rgien vier, von welchen zwei die Geschlechtsorgane tragen und mit diesen
in die kleinsten Zweige sich begeben.

In dem Kanalapparat bewegt sich eine Ernährungsflüssigkeit mit zahl-
chen geformten, vermuthlich von dem Zellbeleg abstammenden Elementen.

Grant beobachtete zuerst, dass die Fläche der Verdauungshöhle wimpert, dies besonders stark in dem Hohlraum der für die Athmung durch die Flächenausbreitung wichtigen Tentakel. Aeussere Oeffnungen des Kanalsystems sind vielfach gesehen, in anderen Fällen auch bestritten worden; behauptet besonders auf der Mundscheibe der danach benannten Gattung Cribrina und an den Tentakelspitzen, bestimmt geleugnet von Lacaze-Duthiers für die Edelkoralle, Corallium rubrum. Kölliker fand sie bei Alcyonarien und Zoanthinen auf der Oberfläche, dort, wo Polypen sparsam sind mit 14—50 μ (Mikromillimeter oder Tausendtel Millimeter) weiten Oeffnungen; sie fehlten dagegen den unverletzten Pennatuliden. Von den Kanälen gehen nach Kölliker solide Epithelstränge aus, welche also di Gefässbildung anbahnen und, wie wir meinen, für das Verständniss alle Gefässbildung aus epithelialer Wucherung bedeutsam sind.

Die Wasserporen erhalten eine grössere Wichtigkeit, besonders mi Rückblick auf die Schwämme, dadurch, dass, nach den Untersuchungen vo Kölliker, Ricchiardi, Panceri, namentlich bei Pennatuliden un Alcyonarien, eine über die bei den Anthozoen sonst etwa vorkommend Ungleichheit der Individuen, vorzüglich nach Stellung am Stocke, hinaus gehende Heteromorphie in ungeschlechtlichen, tentakellosen „Zoiden“ au tritt, welche vorzüglich der Wasseraufnahme, vielleicht auch der Aussche dung, Harnausscheidung?, dienen. Bei Renilla besitzen grosse Haufen solche Zoide einen gemeinsamen Hohlraum, welcher in einer Polypenzelle münde Fritz Müller sah die Mündungen einzelner grösserer Zoide für einen Wasse porus an. Hier sind nicht allein morphologische und physiologische Uebe gänge zwischen Mund und Wasserlöchern, Oscula und Pori, ähnlich dene der Schwämme, sondern von diesem Punkte aus können die mannigfaltigste Organe höherer, monomerischer oder metamerisch gegliederter Thiere a besondere Individualitäten zurückgeführt, kann ihre Unterordnung unter e Ganzes als sekundär betrachtet werden.

An den Septa des Anthozoenmagens liegen gewundenen Fäden ähnlic Organe, Mesenterialfilamente, Cordons pelotonnés Milne Edwards u Haime, an welchen die Nematocysten besonders gehäuft sind und welc vielleicht im Sinne solcher Nematocystenwirkung für die Verdauung Bede tung haben. Uebrigens deuten Zellen in der Magenwand auch hier dur besondere Färbung besondere Funktion an. Ein weisslicher körniger Inha von Endodermzellen bei Semperina und Heteroxenia erinnerte Kölliker an harnsaure Salze.

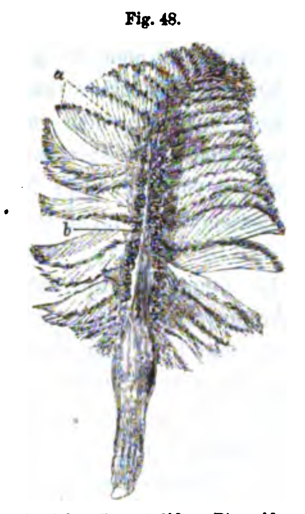
Nach Percival Wright wäre bei Tubipora musica die hintere M genwand durch eine zarte Membran geschlossen. Hingegen ist bei Ceria thus auch noch die Fussscheibe durchbohrt, also die hypogastrische Kamm dort geöffnet, dazu, da die Septa nicht bis zum Boden hinabsteigen, beso ders weit. Exkremente werden nach Haime durch diese Oeffnung niema

ntleert, sondern, wie das Jeder bei Aktinien
ehen kann, bei allen Anthozoen von Zeit zu
eit in Klumpen .durch den Mund zurückgegeben.
ielmehr dient diese Oeffnung wesentlich zur
egulirung der Wassermengen im Körper. Dieser
olyp klebt nicht am Boden, sondern gräbt sich
ur in den Sand und wandert. Wenn er seinen
entakelkranz zusammenlegt und den Mund
chliesst, kann er das Wasser aus der Körper-
and und der Seitenkammer, mit Zurückhaltung
es Speisebreis im Magen in die hypogastrische
ammer und durch den Porus excretorius aus-
eiben, und dadurch sein Volumen so verrin-
ern, dass er ganz in den Sand einsinkt, wobei
ie besondere Verwendung der Nesselfäden ihm
der Tiefe den Halt giebt. Das Eingraben in
en Sand thuen übrigens auch gewöhnliche Ak-
nien.

Die Nematocysten finden sich ausser an den
esenterialfilamenten auf der äusseren Haut und
äufen sich an den Tentakeln. Bei Cerianthus
nd anderen weichhäutigen Anthozoen vermögen
ie ausgelösten Fäden, sich verfilzend, eine
cheide um den Körper zu bilden.

Wenn ein Krebschen, ein Stückchen Fleisch
der etwas Aehnliches auch nur die Spitze eines
ktinienententakels berührt, so wird der letztere
rascher Zuckung gegen den Mund gezogen
nd die dem Strom folgende Beute von einem
der mehreren Tentakeln umgriffen. Ist das
hier hungrig, so treibt es hiernach seinen Mund-
and wulstig vor, formt ihn lippenartig und
ringt mehr ihn zur Beute, welche unterdessen
en umstrickenden Nesselfäden erliegt, als die
eute zu ihm, bis der Mund, unter das Opfer
ntergeschoben, dieses in sich aufnehmen kann.
ann wird die Flüssigkeit aus den Tentakeln
egen die Verdauungshöhle gedrängt und in dem
eschwollenen Leibe geht der Gegenstand, welchen
an durchscheinen sieht, der Verdauung ent-
egen. Nach einiger Zeit wird er, aussen in
ine schleimige Masse verwandelt oder damit
mhüllt, wieder ausgeworfen. Grössere Aktinien

Fig. 48.



Seefeder Pennatulide; Pteroeides Jägeri mihi aus Messina. Natürliche Grösse, mit Wasserindividuen oder Zoiden. Auf der dem Beschauer zugewandten (dorsalen Kölliker) Kante der „Blätter" stehen die Vollpolypen, a, in Reihen, die Ränder mit zarten Stacheln gestützt. Auf sie zu ziehen Faserzüge von Kalknadeln. An der der Wurzel zugewandten (unteren Kölliker) Fläche der Blätter stehen hart an der Wurzel des Schafts (basal Kölliker) Zoide, b, in einem Häufchen, an den grössten Blättern über 20 Stück. Die Mittellinie des Schafts hat bei dieser Art durchaus keine Zoide, weder dorsal noch ventral. Der Schaft ist dagegen ventral auf den Seiten mit zahlreichen grossen und kleinen Warzen besetzt und es steht daselbst an der Wurzel jedes Blatts eine scharfe Spitze. Die Blätter sind weiss, die Polypen fleischfarben, die Zoide und Warzen etwas gesättigter gelbroth, der Stiel mit Ausnahme der weissen Wurzel karminroth. Von der Länge kommen 2 cm. auf den Stiel und 4,5 auf die Feder, welche in der Mitte 8 cm. breit ist und 21 Blättchenpaare trägt, deren unterste sich abwärts anlegen. Ich habe geglaubt, diese Art, die zur Gruppe von P. grisea gehört, als nicht bestimmt bekannt ansehen und nach dem um die in Messina forschenden Zoologen sehr verdienten früheren deutschen Konsul daselbst benennen zu dürfen.

fressen Muscheln, deren Schalen sie wieder von sich geben. In den Aqua
rien füttert man sie mit Fleisch, aber die Reaktionen treten viel lebhafte
bei lebender sich sträubender Beute, z. B. Regenwürmern, ein. Solche wir
wohl auch von dem ganzen Tentakelkranz umschlossen und so in den Mun
gedrängt. Es ist räthlich, die Thiere erst das Verdaute auswerfen zu las
sen, bevor man auf's Neue füttert. Man sieht die Tentakel oft auf m
blossem Auge nicht sichtbare Körper reagiren.

Die Tentakel, obwohl sie aussen nicht wimpern, dienen ausserdem fü
die Athmung. Sie zählen zuweilen nach Hunderten, verästeln sich auc
können gefiedert sein, breiten sich gleich Blumenblättern aus, schwank
hin und her, und werden durch diese Verhältnisse, namentlich bei bede
tenderer Individuengrösse und dem Wachsthum entsprechend, jener Fun
tion angepasst. Sie können auch am selben Thiere in mehrerlei Gesta
vorkommen und eine Gattung auch dieser Gruppe, Ammodiscus, in grösser
Meerestiefen lebend, soll der Tentakel entbehren.

Die Füllung des Gefässsystems und der Taschen mit Wasser irrig
die Körperwand und kann die Thiere auf das Dreifache bis Vierfache a
schwellen machen. Das geschieht namentlich bei kräftiger Durchlüftu
des Wassers, in welchem man sie hält, und bezeichnet zugleich die Bere
willigkeit Nahrung anzunehmen.

Bei der Ernährung zusammengesetzter kommt die bevorzugte Org
nisation oder doch die bevorzugte Stellung der Individuen am Stocke
Betracht. Die dem Seewasserstrome ausgesetzten Individuen müssen
anderen mit ernähren; so werden die entfernteren, schon anfangs verkümme
ausgebildet, erst recht später das nicht ersetzen können und vielleic
an der abgewandten Seite des Stockes zuweilen geradezu zu Ausscheidung
organen oder die kleineren, günstiger gelegenen zu Wasserzuführern, d
Irrigation zum Vortheil, degradirt. Ernährung und Leistung stehen hier
einem ähnlich ersichtlichen Zusammenhang wie an einer einseitig dem Lic
ausgesetzten Pflanze.

Die Organisation der Rippenquallen, Ctenophoren, hat d
Verständniss immer einige Schwierigkeiten geboten und bei den in d
Beobachtungen bleibenden Zweifeln sind die Auffassungen noch mehr
Kontrast getreten durch die Prinzipienfrage der Verwandtschaft, welche f
die Beschreibung nicht einflusslos geblieben ist. Die Ctenophoren schien
einigen Beobachtern besonders das Mittel zu geben, die Verwandtschaft d
Coelenteraten mit den Echinodermen zu beweisen, und damit den Typ
der Radiaten Cuvier's zu erhalten. Aehnlichkeit im radiären Bau ei
schliesslich der Umwandlung der radiären in die bilaterale Gestalt, d
Vergleich des Wassergefässsystems, schon von Schweigger an, mit d
der Echinodermen unter ähnlicher Beziehung zu den Schwimmplättchen od
auch beweglichen Papillen der Ctenophoren, wie zu den Hautfüsschen d

hinodermen, namentlich auch nach Alexander Agassiz in von der Verıungshöhle unabhängiger Entstehung, der Scheitelporen mit den Madreenplatten sind die Stützen dieser Behauptung, welche, namentlich von den den Agassiz festgehalten, jedenfalls den Vortheil gebracht hat, dass Anatomie der Rippenquallen besonders gefördert wurde, und man sich ht zu sehr durch das Schema der anderen Nesselthiere in ihrer Aufsung bestimmen liess. Die Ctenophoren haben zuweilen einen fast kugn oder eiförmigen Bau. Schon bei solchem ist es sehr gewöhnlich, dass vom aboralen Pole ausgehenden Wimperreihen nicht ebenmässig entfernt ıen und dadurch zwei schmalere Segmente zwei breiteren entgegenen. Ueberdiess bedingt die nur paarige Anlage von Senkfäden, in chen zurückziehbar, die Auffassung nach bilateraler statt radiärer Symrie. In anderen Fällen ist das Uebergewicht zweier Seiten über zwei ere so gross, dass der Körper bandförmig ausgezogen ist, den Mund in Mitte des Bandes tragend. Man kann die ausgedehnteren Segmente als en bezeichnen, wodurch die Fangfäden in seitlicher Symmetrie angecht erscheinen, was zu unseren Gewohnheiten mehr stimmt als etwas und hinter dem Munde symmetrisch zu finden. Man hat dann ausser Axe vom Munde zum aboralen Pole, welche senkrecht gedacht wird, Längsaxe, welche namentlich beim Venusgürtel, Cestum Veneris sehr reckt ist und eine Queraxe.

Vom Munde aus senkt sich wie bei den Anthozoen ein Mundrohr in Körper, auch hier von älteren Autoren, Milne Edwards, Gräffe ein Speiserohr, Pharynx oder Oesophagus angesehen, öfter seit Will den Magen erklärt. Der ungleichen Entwicklung der Radien entechend, ist dasselbe meist von den Seiten her etwas abgeplattet. Das le dieses Magenrohrs wird umfasst von der trichterartigen Erweiterung s zweiten Raums, welchen Leuckart der Basalkammer der Anthozoen sprechend erkannte, welchem man den Namen des Trichters gegeben und an welchem Eimer diese Erweiterung als Trichterschlund dem ken entgegensetzt. Zwischen lateralen Ausstülpungen des Magengrundes dem Trichterschlunde glaubte Eimer bei Beroe ovatus Gefässverbingen zu sehen. Dem Trichter entgegen, welcher sich dem aboralen Pole ert, pflegt sich letzterer einzudrücken und kann der Schein entstehen, wenn diese Polgrube mit dem Trichter direkt kommunizirte, da der chter gegen sie hin Aussackungen bildet. Diese Verbindung kommt och nur durch feine Kanäle zu Stande; die Polgrube selbst, manchmal eflacht, endet blind und dient zunächst der Aufnahme des Sinnesorgans, ıörbläschens.

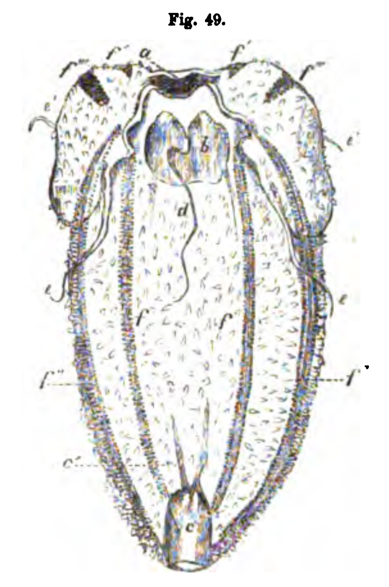
Nach Will, Milne Edwards, Agassiz, Eimer münden in der grube bei verschiedenen Arten zwei Kanäle, nach Gegenbaur bei rhamphaea nur einer. Speziell entspringen bei Beroe ovatus nach Eimer

diese zwei Kanäle nicht aus dem Trichter selbst, sondern aus zweien de
vier Radiärgefässe und zwar diagonal, einer aus einem vorderen, einer au
einem hinteren Gefässe. Diese Kanäle entsenden zunächst zwei Nebenäste
welche das Gehörbläschen umgeben, ohne den Kreis vollständig zu schliessen
Aber auch die Hauptröhren enden blind und nur ein kleiner Ast von jede
mündet in der Polgrube. Man kann bei der starken Spezialisirung diese
Falls wohl annehmen, dass diese Ausführung nicht allgemein gültig sei. De
Ursprung aus Trichter, Radiärkanälen, Hauptästen, Nebenästen ist bei de
nicht tief greifenden Unterschied dieser Räume ziemlich unwesentlic
Milne Edwards sah die Mündung in der Polgrube sich zu einer Bla
heben, öffnen und wirbelnd Exkretmasse auswerfen, während später kau
eine Pore sichtbar blieb. Auch Agassiz sah Aehnliches bei Pleurobrach
und Bolina und fand besondere Blasenanschwellungen, Analampullen, welc
nach Eimer blind enden und Exkretionsorgane sein würden. Auch fa
Eimer in diesen Gefässtheilen krümliche, hochgelbe oder grünliche Stof
also überall eher Beweise einer exkrementiellen Funktion, während Gege
baur sie mehr auf Wassereinfuhr in das coelenterische System bezie
Ein scharfer Unterschied dazwischen besteht nicht. Will meinte, dass d
Trichter mit zwei Oeffnungen am Pole münde, welche von sackförmig
Anhängen entsprängen und gefässartig ausgezogen sein könnten, währe
zwei andere Ausbuchtungen, Cloacal bulbs Agassiz, blind endeten.

Vom Trichter gehen die Radiärgefässe aus, mit etwaiger weite
Theilung zu Aesten und Verzweigungen. Dabei glaubt Panceri z
Arten der Gattung Beroe, rufescens und albens, darauf unterscheiden
können, dass nur bei letzterer die sekundären Wasserkanäle, durch A
stomosen in Verbindung gesetzt, ein Netzwerk herstellen. Ausser den
wöhnlichen Radiärgefässen entspringen vom Trichter die Gefässe für
zwei Fangfäden und endlich zwei besondere längs der Aussenwand
Magens gegen den Mund zurücklaufende Gefässe, welche bei den Cydip
so weit sind, dass sie um den Magen einen Sack bilden, als seien hier
Verhältnisse der Leibeshöhle ganz andere, als sei der Magen ausser
Kommunikation mit Radiärgefässen doch auch in einer besonderen Leib
höhle aufgehangen. Nach Gräffe und Fol senden die radiären Gefä
auch blinde Anhänge gegen den Scheitel zurück, enden bei den Cyd
piden angeblich blind, münden sonst in ein Ringgefäss, in welches auch
zwei Magenwandgefässe sich ergiessen können. Wimpern sind im Mag
Trichter, den Gefässen gesehen worden. Nach Fol geht bei Eurhampb
vexilligera Gegbr. (Mnemia elegans Sars) das Pflasterepithel der Oberflä
am Mund erst in ein Zylinderepithel über, dessen Zellen zum Theil s
eigenthümlich stark lichtbrechende eckige Körperchen enthalten, wird d
mehrschichtig und im Magen auf der äusseren Lage wimpernd. Bei Ces
geht schon am Mund das äussere Epithel in ein flimmerndes über, um

ei den Magengefässen entsprechenden
reifen zu dem wimperndon Grunde zu
rlaufen. Nach Kölliker, Wagener,
mer kommuniziren die Gefässe zuwei-
durch rosettenförmig von Wimper-
len eingefasste Löcher der Wände mit
n Parenchym, Stigmata oder Stomata.
Dieses, in der Hauptsache schon
chscholtz bekannte gastrovaskulare
fässsystem würde nach A. Agassiz
rennt von der Magenhöhle entstehen
l die Scheidewand zwischen dem Trich-
und dieser erst später schmelzen.
Uebergangsstelle ist durch Muskeln
traktil; sie kann nicht allein abge-
lossen werden, sondern bedingt immer
e physiologische Differenz beider Räume;
r nach Kowalevsky entsteht die
chterhöhle durch Einstülpung, dann
ihr das weitere Gastrovaskularsystem
l dann kommt durch Wachsen der
nder des primitiven Spaltes nach Innen
Magen zu Stande.

Fig. 49.



Rippenqualle, Chiaja multicornis Eschscholtz aus Villafranca, halbe natürliche Grösse. Ansicht von der Seite, ein wenig gegen den Mund genommen.
a. Mund. b. Magen. c. Trichter. c'. Gefässe zum Trichter. d. Fangfaden. e. Fadenanhänge der Schirme. e'. Dieselben von der anderen Seite. f. Kürzere Rippen der Seite. f'. Dieselben von der abgewandten Seite. f''. Längere Rippen der Vorder- und Hinterkante. f'''. Dieselben von der abgewandten Seite.

Die Ctenophoren besitzen, mit Aus-
me der besonders weitmäuligen Eury-
niden und vielleicht einiger anderer, je ein Paar Fangfäden, welche
Taschen angebracht sind, aus welchen sie ausgesenkt und in welche sie
mt ihren Nebenfäden, wohl mit Umstülpung des Basaltheils zurück-
ogen werden können. Dieselben können auch je in zwei Hauptäste ge-
ilt sein, werden von Gefässen gespeist und sind mit Nesselkapseln besetzt.
sind nie in mehrfach radiärer Anordnung, sondern stets nur in
teraler Symmetrie vorhanden. Sie dienen dem Fange, vielleicht auch
Gleichgewichtserhaltung im Schwimmen. Mit ihnen dürfen nicht gleich-
tellt werden sogenannte Tentakel, wie sie am Scheitel von Beroe, nach
gener, oder bei Mnemia aus den Wimperwülsten sich entwickeln und
mperplatten tragen; auch nicht die von den Mundlappen entspringenden,
ht in Taschen retraktilen, in der Vierzahl auftretenden Tentakel von
sueuria, Eucharis Tiedemanni und multicornis. Die Verästelung der Fang-
len kommt erst allmählich. Durch besondere Entwicklung kann, wie
r aborale Pol, so auch der Mund von schirmähnlichen Lappen überragt
n: Lobatae.

Die gurkenförmigen Beroiden, ohne Fangfäden, haben am Mund und

am Afterpol spärliche Nesselzellen. Will hat übrigens die Nesselfäden der Ctenophoren nicht brennend gefunden, so dass er daraus Veranlassung nahm, die Nesselfäden nur für umstrickende Werkzeuge anzusehen und die Nessel-wirkung der Aktinien in anderen hellen Zellen begründet zu denken.

Die weitmäuligen Beroiden sind sehr gefrässig, man findet in ihrem Magen andere Rippenquallen, Salpen u. s. w. Dieses Schlucken kombinirt sich bei ihnen übrigens mit aller angestrengten Schwimmbewegung und, in einem Gefässe mit anderen Ergebnissen pelagischer Fischerei gemischt haben sie bald Alles in sich geschluckt. Auch im Magen von Cestum fand Eschscholtz junge Medusen. In dem von Eucharis fand Will stets kleine Krebse, etwas verdaut. Mit solchen, Krebseiern, Stücken von Mu-schelfleisch fütternd, sah er die Thiere Schluckbemühungen machen, aber nie etwas verfolgen. Die Verdauung beginnt sofort; fast nur das Verdaute steigt im Magen auf und wird dort umhergetrieben. Dann sammeln sich nach Will Exkremente in den Seiten des Magens und werden, indem der Magen sich weiter in den Trichter schiebt, von Zeit zu Zeit in diesen und durch eine seiner beiden Oeffnungen nach Aussen entleert. Dieser Ueber-tritt ist gewiss nicht blos exkrementiell, da an gleicher Stelle auch die Säfte des Wassergefässsystems zu liefern sind. Die Abtheilungen des letz-teren, welche unter den der Klasse den Namen gebenden äusseren, radiären Wimperreihen liegen, dienen dadurch vorzüglich der Athmung. Die Kamm-plattenreihen oder Wimperreihen haben, da sie mehr nach dem aboralen Pole zu entwickelt sind, mit Aufnahme der Nahrung und Beschaffung der-selben direkt nichts zu thun. Sie sind auch für Ortsbewegung wenig wirk-sam, aber im Dienste der Athmung peitschen und erneuern sie die auf-liegende Wasserschicht. Indem eine Platte auf mehreren Zellen ruht, erscheinen die Platten als verklebte Wimpern jedesmal mehrerer Zellen.

Die bereits dem Aristoteles, auch besonders auf ihr Fressen und die Energie ihrer Verdauung*) bekannten Seesterne, Seeigel und Seewalzen waren unter dem Einfluss der alten Eintheilungsprinzipien nicht verbunden, sondern wegen ihres anscheinend verschiedenen Verhaltens in Betreff von Skeletbildungen oder Schalen gegenüber der weichen Haut von den älteren Autoren getrennt behandelt worden, indem man sie theils den Ostrakodermen einreihte, noch zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, zunächst den Gehäus-schnecken, theils weit davon entfernte. Das zu einer Zeit als Luidius, Réaumur, Breyn, Linck bereits von ihrem Bau und ihrer Lebens-weise eine Menge von Einzelheiten kannten, nämlich dass die Saugfüsschen, Promuscides, von Ampullen, Pilae, getrieben, sich wie Schneckenhörner vor-streckten, dass die Thiere eine Madreporenplatte und einen Steinkanal hätten, wie sie athmeten, verdauten, sich bewegten, besonders die Seesterne

*) Als igneus fervor bei Späteren oft missdeutet.

e ihre „Wirbel“ sich gliederten, auch Luidius die Verwandtschaft mit
n untergegangenen Krinoiden und ihren Stielgliedern begriff, und kurz nach
lcher Klein in einer Reihe von Gattungen der Seeigel eine ziemlich aus-
lehnte Systematik für diese Ordnung aufstellte. Auch in der schwanken-
n Systematik niederer Thiere bei Linné wurde das nicht besser. Erst
Anfange des laufenden Jahrhunderts stellte sich aus den vorzüglichen
tomischen Arbeiten über die Gruppe von Cuvier und Tiedemann
l den systematischen von Lamarck die Zusammengehörigkeit der Klasse
Echinodermen in fast vollkommener Einheit und Abrundung fest, im
chweis radiären Baues, des Wassergefässsystems mit seinen Ampullen und
seren Anhängen, aber auch der Gemeinschaftlichkeit für Bildung von
kplatten, allerdings mit verschiedener Energie der Ausbildung und ver-
molzen oder getrennt, in der Haut und den Anhängen, wovon die Klasse
ade ihren Namen bekam. Durch die klassischen Untersuchungen von
hannes Müller 1848—1855 wurden diese Untersuchungen vervoll-
ndigt, mehr aber erweitert in entwicklungsgeschichtlichen Studien, aus
chen trotz grosser Differenzen für die Einzelnen dennoch ein neues Band
die Klasse erwuchs.

Die Verdauungsorgane dieser Klasse zeigen ebenfalls gemeinschaftliche
ndzüge bei erheblichen Verschiedenheiten in der Ausführung. Sie brin-
uns in ihrer Beziehung zu den Gefässeinrichtungen mit einiger Anknüp-
g an das Vorige doch einen erheblichen Schritt für die Gliederung der
anisation voran. Wir werden hier zum ersten Male die Einrichtungen
die Bewegung von Säften und damit die für die Athmung von denen
die Verdauung getrennt betrachten können, jene in späteren Kapiteln.

Das Gemeinsame für die ernährenden Apparate der Echinodermen be-
t darin, dass vom Mundpole aus eine Verdauungshöhle gegen den Apikalpol
sendet wird, deren Wand geschlossen und vermittelst eines zarten Ge-
ses an der Innenwand des Leibesschlauches aufgehangen ist. Die Ver-
edenheiten liegen zunächst darin, dass diese Verdauungshöhle entweder
kurzer und weiter Sack sein kann, welcher dann mit Nebentaschen in
Arme hineinragt, bei Seesternen, Asteriden, oder nicht, bei Schlangen-
nen, Ophiuriden, oder ein langes Rohr, welches einfach gestreckt nach
en zieht, wie bei einigen Synaptiden, öfter aber so lang ist, dass es
in Windungen legt, welche wieder entweder regelmässig, nach Art
Guirlanden, in antimerischer Ordnung rings an der Leibeswand auf-
angen sein können, bei Echiniden, oder in einfacheren Schlingen vor-
zurücklaufen, bei Spatangiden und Holothuriden, oder welches endlich
in Spiralen legt, wie bei Krinoiden und Rhopalodinen. Zweitens aber
n dieser Verdauungskanal, wenn er sackförmig ist, des Afters entbehren,
wenigen Seesterngattungen, bei allen Ophiuriden und Euryaliden und
Holopus unter den Krinoiden, oder, indem der After doch dem Munde



näher liegt, kann eins von beiden Organen oder können beide aus den Polen verrückt sein, bei einem Theile der Seeigel und der Holothurien, oder beide dicht zusammen in einem Pole liegen, bei den Rhopalodinen Semper's und den gewöhnlichen Krinoiden.

Der letzte Umstand erheischt eine Betrachtung der Körpergestalt der Echinodermen. Da man die Echinodermen als Radiaten einreihte, ging man für das Verständniss ihres Baus aus von den best und auffälligst radiär gebauten, den regulären Seeigeln und den Seesternen. Da diese den Mund dem Meeresgrunde oder der Fläche, auf welcher sie sonst kriechen, oder der ergriffenen Beute zuwenden, wurde die Seite, auf welcher der Mund liegt, als Bauchseite, die entgegengesetzte als Rückenseite, der dem Mund entgegengesetzte Pol als Scheitelpol, Rückenpol, apikaler Pol verstanden. Die Bildung dieses Begriffes von Rücken und Bauch ist nicht gerade nützlich gewesen und hat für den Vergleich über die Radiaten hinaus in Nachtheil gesetzt. Man hätte eben so gut oder besser ausgehen können von einer regulären Holothurie, welche, bei wurmförmiger Streckung in der Axe vom Mund zum After und terminaler Gegensetzung dieser beiden Organe alle Radien gleich lang entwickelt und gleichmässig mit den äusseren Anhängen des Wassergefässsystems, den beweglichen Ambulakralorganen ausgerüstet oder diese unregelmässig zerstreut zeigt. Wenn dann die Antimeren ungleich mit solchen Einrichtungen besetzt werden, so entsteht Gelegenheit eine Fläche als Sohle, als kriechende Bauchseite anzusehen, andere als Seiten oder Rücken. Von einem solchen Mittelgliede aus können wir übergehen zu denjenigen, bei welchen nicht allein die Ausrüstung, sondern auch die Ausdehnung der Antimeren ungleich ist und dadurch Mund und After auf dem durch ein kürzeres Ambulakralfeld oder durch einige hindurch genommenen Wege einander näher stehen, als auf dem durch andere. Man wird dann um so mehr, theils durch die Erwägung, dass die kürzere Fläche abgeplattet ist und die Füsse zu tragen pflegt, theils direkt durch den Gestaltvergleich mit höheren Thieren darin bestärkt, diese kürzere Seite als Bauch, die gewölbte als Rücken anzusehen, so namentlich bei irregulären Seeigeln. Man kann das ausdehnen auf diejenigen Fälle, in welchen an aufgewachsenen Thieren, den Krinoiden, diese Bauchseite nach oben sieht und hat das um so lieber gethan, weil man schon gewohnt war, die radiär gebauten Thiere der Coelenteratengruppe, wenn sie schwammen, den Mund nach unten, wenn sie aufsassen, nach oben, oder doch im Ganzen gegen das offene Wasser hin wenden zu sehen, beide Male eine der Nahrung gegenüber entsprechende Haltung. Einmal kann man sich aber auch kriechende denken, welche doch die Nahrung nicht vom Boden nehmen, wie in der vorigen Gruppe Aktinien und namentlich Cerianthus. Das wäre bei den Echinodermen vielleicht auf Psolus, Oken, oder Cuvieria zu beziehen, bei welcher Gattung man gemeint hat, den Mund und After

dorsal bezeichnen zu müssen, weil die entgegengesetzte Fläche Füsschen
gt und kriecht. Als zweites kommt hinzu, dass die Anordnung der
rigen Gebilde den Polen gegenüber nicht konform zu sein braucht der
Mund und After.

Wenn wir diejenige Fläche ventral nennen wollen, welche in radiärer
ordnung Ambulakralfüsschen trägt, welche wirklich der Bewegung dienen,
bleibt allerdings bei Seesternen ein ebenso ausgedehnter dorsaler, dieser
schen entbehrender, antiambulakraler Abschnitt. Bei den regulären
igeln aber greifen richtige Füsschen bis hart an den apikalen Pol, oder,
n wir die Wölbung der Schale dafür entscheidend annehmen, weit auf
Rücken, und lassen nur ein sehr kleines antiambulakrales Feld um den
er übrig. Die Verschiebung des Afters aus diesem Scheitel der Schalen-
bung nach einem Interradium kann jedoch auch geschehen, ohne dass
reguläre Aufsteigen der übrigen zu diesem Pole dadurch geändert
de; es bedarf dann genauerer Untersuchung, um zu erkennen, dass jene
schiebung auch in der Anordnung der Skelettheile, der Geschlechts-
ungen und allem Anderen ihre Korrelationen finde. Wenn bei einem
ere bevorzugte Lage oder die besondere Anordnung für die Bewegungs-
ane und die Anbringung von Mund und After nicht sich in der uns von
eren Thieren her geläufigen Weise kombiniren, sondern eine Konkurrenz
schen den Körperregionen um den Titel Rücken und Bauch veranlassen,
n sind entweder die Gründe für und wider gegen einander abzuschätzen,
diskretionär Entscheidung zu treffen, oder es muss jene Terminologie
gegeben werden. Es würde wohl am besten sein, Ausgang zu nehmen
dem Ausdrucke: „orale Region" und nur in den Fällen eine „ventrale"
gebildet zu erachten, in welchen der radiäre Charakter in der Art geändert,
r dahin nicht erreicht ist, dass Mund und After einander in einem
lius näher stehen. Die Fälle der Afterlosigkeit machen dabei keine
rung.

Am Verdauungskanal können Mund, Speiseröhre, Magen oder Darm
Afterrohr unterschieden werden; besondere Organe bilden Verdauungs-
e, andere bedienen sich des Darmkanals, um durch ihn die in ihnen
ildeten Exkrete nach Aussen zu schaffen. Der Speisezufuhr dienen theils
nperströme, welche bei den im klaren Wasser auf Stielen schwankenden
r schwimmenden Comatula (Antedon rosaceus Luidius) über die Furchen
ausgebreiteten Arme sich bewegen und von Carpenter theils einer
mperbewegung im Magen, theils einer an den Armen selbst zugeschrieben
den. Gewöhnlicher aber suchen Echinodermen die Nahrung kriechend
da scheinen, ausser dem direkten Angreifen mit dem Munde gewisse,
n Wassergefässsystem gespeiste und bei diesem zu betrachtende, Organe mit in
racht zu kommen. Dieses Wassergefässsystem soll nach Agassiz seine
bryonale Verbindung mit der Verdauungshöhle in den erwachsenen Echi-

narachnius, Mellita und Clypeaster behalten. Auf der anderen Seite is der Zusammenhang dieses Wassergefässsystems mit dem Blutgefässsystem behauptet und wahrscheinlich gemacht worden. Wir ziehen vor, diese ganzen komplizirten und interessanten Apparat später für sich zu besprechen da die Ablösung vom Verdauungsraum sicher bei den Erwachsenen meis vollendet ist und die Ernährung von der Wasseraufnahme gänzlich geson dert ist. Für das Prinzip freilich ist es wichtig, auch hier die Vollendun dieser Trennung nicht ganz zuverlässig und als etwas erst Sekundäres z erkennen. Wenn man die Gefässepithelien, das erste Konstituens der Ge fässe, von den Dermallagern ableitet, müssen die Gefässhohlräume ideal a Invaginationshöhlen erachtet werden, welche ebensowohl von der Verdauung höhle, dem Endoderm, als von dem Ektoderm Ursprung nehmend ang sehen werden können, allerdings so, dass nicht nothwendig eine reale Inv gination geschehen sei, vielmehr ausgewachsene, vielleicht auch abgeschnür solide Epithelialzüge erst später hohl und dadurch zu Gefässen zu werd brauchen. Von diesem Standpunkte aus hat die offene Verbindung vo Gefässen mit der Verdauungshöhle nichts Befremdendes; solche sind daru doch morphologisch Gefässe, nur offene, wie in anderen Fällen solche a der Haut sich öffnen können. Physiologisch freilich wird ihr Charakter vo weiteren Umständen bestimmt.

In der Ordnung, oder Klasse, der Echiniden sind bei den regulär Seeigeln, den Cidariden, Skeletstücke von sehr ausgezeichneter Form na dem fünfstrahligen Typus der Gesammtschale als Kauapparat um den Mu und die Speiseröhre geordnet. Sie nehmen den Innenraum der sich d Kugelform nähernden, meist gegen den Mundpol etwas sohlig abgeflacht Schale in der Höhe etwa zur Hälfte ein. Nach dem grossen Naturforsche welchem bereits dieser Apparat bekannt war, ist er die Laterne des Ar stoteles genannt worden. Jede der fünf Seiten hat zunächst die wieder a symmetrischen Hälften zusammengesetzten Kiefer, Exognathes Milne Edward welche gewissermaassen die Wände der Laterne bilden. Zwei solch Kieferhälften stossen gegen den Mund hin zusammen, entfernen sich dageg in der Höhe der Laterne von einander und werden hier durch zwei beso dere Stücke, die Epiphysen, so ergänzt und verbunden, dass sie ein dre eckiges „Fenster" zwischen sich lassen. Die zwei Hälften eines Kiefe umfassen zusammen einen Zahn*), welcher mit seinen vier Genossen in d Mundöffnung erscheint und dann innen an der Naht der Kieferhälften au steigend mit der sogenannten „Feder" sich gegen die Naht der Epiphyse erhebt, in der Mittellinie des Fensters einen Stab bildend. Mit der Be rührungsstelle der Wurzeln der Epiphysen zweier neben einander liegend

*) Histiologisch nach Waldeyer bestehend aus Stäbchen kohlensauren Kalk aus zellreicher matrix hervorgegangen.

fer artikulirt jedesmal ein wenig gebogener plumper Stab, welcher seine
stehung aus zwei Hälften durch Andeutung einer Gabelung an den
den bemerken lässt. Diese Stäbe, Falces Valentin's, Rotulae H.
yer, nach anderer Gestalt in anderen Fällen, laufen am Dache der
erne gegen die Mitte, den Oesophagus und gegen einander. Von ihren
tralen Enden läuft jedesmal ein ähnlicher, aber mehr zierlich und mit
kerer Biegung ausgeführter Stab, der Kompass Valentin's, Bügel,
el, gerade über seiner Falx wieder nach Aussen, gabelt sich dort am
nde des Laternendachs stärker als die Falx, Yförmig, und sendet Bänder
Mundrand der Schale. An diesen Kompassen hat man ein Basilar-
k und ein Endstück unterschieden und so 45 Stücke in der Laterne
ählt.

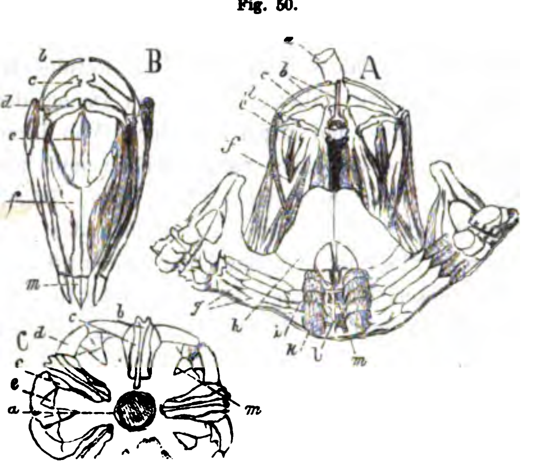
An der Schale unterscheidet man die Felder, welche die Ampullen des
ssergefässes tragen und in den sie zusammensetzenden Kalkplättchen
en zeigen, durch welche die Verbindung zwischen dem Wassergefäss-
em und den aussen aufsitzenden, meist der Bewegung dienenden Theilen,
Füsschen, durchgeht, als Gehfelder, Ambulakralfelder oder als radiale,
zwischenliegenden als interambulakrale oder interradiale. Die Zähne
fen gerade auf die Naht des Interambulakrum, die Falces und Kompasse
die Naht des Ambulakrum. Ambulakrale und interambulakrale Felder
symmetrisch aus paarigen Plattenreihen gebaut, nur etwa an der Naht
umschichtigem Eingreifen. Die an dem Mundsaum der Schale theil-
menden Interambulakralplatten erheben sich innen und tragen Kalk-
ten, welche, nach den beiden Seiten auseinanderweichend, jederseits sich
denen der benachbarten Interambulakren verbinden, indem sie den Ab-
uss der Ambulakren mit ihren Ampullen Arkaden gleich überbrücken.
e solche Arkade nennt man einen Aurikularfortsatz; diese stehen ambu-
al und dienen Muskeln zum Ansatz, welche die Laternen im Ganzen
und her bewegen und ebenso die beweglichen Theile gegen einander
chieben können, was Alles zuletzt in Veränderung der Stellung der
ne sich ausdrückt und zur Wirkung kommt.

Dieser ganze Apparat ist zu denken als eingehüllt von einer zarten
stülpung der Mundhaut, in welcher selbst er gebildet ist als Verkalkung
dem Endoderm zugetheilten Mesodermaltheils, vielleicht an den Zahn-
zen als Verkalkung im Endoderm selbst. Die Spitzen der Zähne sind
, bei den Clypeastriden stecken sie in einem dicken Sack. Der Ueber-
aller Theile gegen die Leibeshöhle wimpert, wie jeder Wandtheil in
er.

Den Clypeastriden fehlen die Kompasse und die Falces sind, wie auch
Epiphysen, mehr scheibenförmig, daher hier der Name der Rotulae.

Wenn man von den Aurikularstücken ausgeht, kann man alle diese
ndplatten als in Fortsetzungen der Reihen der Schalenstücke liegend

Fig. 50.



Mundwerkzeuge von Seeigeln in natürlicher Grösse.
A. Sphaerechinus esculentus Linné. Laterna Aristotelis in situ. a. Anfang des Darms. b. Kompasse. c. Falx. d. Epiphyse. e. Feder. f. Kiefer. g. Interambulakrale Platten. h. Auricula. i. Ambulakrale Platten. k. Ampullen. l. Ambulakralgefässstamm und Aeste zu den Ampullen. m. Die Zähne. B. Toxopneustes lividus Lamarck. Ansicht der ausgelösten Laterne von der Seite. C. Dieselbe von dem Grunde aus gesehen. Die Buchstaben in B und C haben die gleiche Bedeutung wie in A.

erkennen. Die Stütze der Auriculae sind inter ambulakral, die Haupt platten ambulakral, a jene angenahtet, wie sons ambulakrale an interam bulakrale Platten, un ebenso unter einande verbunden, wie son zwei ambulakrale de selben Radius. Diese Be genstücke wiederhole sich der Lage nach i zwei aneinanderstossen den Hälften zweier be nachbarter Kiefer, ohn dass letztere jedoch m einander in Nahtverbin dung träten. Das Kiefe fenster entspricht d Kluft zwischen zwei Au rikeln. Die paarigen Epiphysen eines Kiefers vertreten dabei die interam bulakrålen Platten, ihre Naht entspricht der interambulakralen. Die we teren Stücke sind nicht mehr paarig, sondern entsprechen als einfach Stücke, obwohl zum Theil die Zweihälftigkeit andeutend, den Nähten, d Zähne mit den Federn denen der Interambulakren, die Falces und Kompas denen der Ambulakren. Alle Theile der Laterne wenden gegen das Speis rohr Kanten, zwischen welchen die Nahrung passiren muss.

Wenn die Zähne die letzten interambulakralen Platten sind, so sin sie in sofern den entsprechenden vorspringenden Mundeckplatten der Ophi riden zu vergleichen, welche ebenfalls unpaar median als „Tori angulares dem letzten Plattenpaare aufsitzen. Bei den Seeigeln sind die Platten d Hautskelets unbeweglich verbunden und es ist dagegen die ganze Latern abgegliedert, beweglich, während bei den Ophiuriden die Arme sich gan zusammenbiegen und so die nicht stärker als sonst abgegliederten Eckstück einander genähert und gegen einander hin und her geschoben werden könne Ich möchte auch weiter die Einrichtung der Ophiuriden auf die der Ech niden zurückführbar halten. Bei Ophiothrix echinata finde ich, dass zwa die Auriculae einen flachen Bogen über der Ambulakralnaht bilden, sic aber viel stärker nach der Interambulakralregion ausdehnen und hier d Tori stützen, welche vertikal entwickelt und an der freien, von den eine gegen die anderen gewandten, Kante sägezähnig sind. Da man an de

urzel der Tori, zwischen ihnen und diesen, den Auriculae verglichenen, ücken, ein besonderes eingeschobenes, wenn auch verwachsenes Stück ernnen kann, so wäre das wohl als Ersatz der Epiphysen zu verstehen, welche dann die Aurikeln direkt sich ansetzten, während alle weiteren bulakralen Stücke wie Kiefer, Sicheln, Kompasse, entsprechend der dürfen Ausführung an den Auriculae, ganz unentwickelt oder im Stande norler ambulakraler Platten geblieben wären. Zwischen den Tori ist der nd in tiefe Winkel ausgezogen.

Bei den Echinidenfamilien der Spatangiden und Kassiduliden fehlt ein uapparat. Bei den Seesternen kommen zwar wie bei den Ophiuriden die gefingerten Platten versehenen oder sägezähnigen interambulakralen ken in Betracht, und das um so mehr, weil dicht an ihnen die grösste veglichkeit der Armplatten folgt, aber diese Ecken bleiben entfernter, Mund senkt sich nicht mit Winkeln zwischen sie, sondern wird von er grösseren häutigen Zone gleichmässig umgeben und es fehlt die Einkung der Winkelplatten in die Tiefe und ihre Unterstützung daselbst; ich bei Asteracanthion violaceum sehe.

Bei den Holothurien setzt sich ein Kalkring um den Mund aus radiä- und interradiären Stücken zusammen, der Muskulatur Anhalt bietend, ne am Kaugeschäft zerkleinernd Theil zu nehmen und ohne weitere Verichbarkeit mit der Echinidenlaterne, eher nach Baur mit den Aurikufortsätzen. Auch die Krinoide haben fünf stark bewegliche Mundplatten.

Die Wände des, wie oben beschrieben, verschieden gestalteten Verungskanals sind bei einfacherer Organisation mit für Leberzellen erklär- bräunlichen Zellen belegt, an welchen Hoffmann bei Echiniden lebte amöboide Bewegung sah. Bei den Asteriden senkt sich vom Magen jeden Arm ein Anhang, welcher sich erst paarig theilt und dann in zahlreiche ndsäcke auflöst, welche nach ihrer dunklen Farbe, Wanddicke und dem ingen Hohlraum wohl als Lebern mit Gallengängen betrachtet werden nnen. Dasselbe gilt für die zehn einfachen Blindsäcke in den schmalen men der Ophiuriden. Es finden sich mehrfach Schläuche in Verbindung dem Magengrunde oder dem Ausgang des Verdauungskanals. So haben Asteriden noch, näher dem After, interradiäre Bläschenanhänge, einige lothurien weit in die Leibeshöhle hineinragende von der Kloake ausgehende le verästelte Schläuche mit blinden, mit Blutgefässen umspülten, Enden, lche, Wasser einpumpend und rasch bei Zusammenziehung des Körpers sstossend, die vielfachen Namen der Seewalzen begründet haben, Wasseragen, Pulmones aquiferae. Mit diesen in Verbindung oder direkt der oake aufsitzend finden sich endlich die „Cuvier'schen Organe", welche aber ch Semper keine Absonderungsorgane, nicht einmal hohl seien, sondern affen, welche nur mit Zerreissung der Kloake ausgestossen würden.

Die Darmwand der Echinodermen wimpert innen und aussen; Hoff-



mann beschrieb die Flimmern der Leibeshöhle als dem Bindegewebe direk aufsitzend, die Zellen, welche die Wimpern tragen, scheinen demnac manchmal wenig kenntlich.

In dem Magen der Krinoide fand Carpenter vorzüglich die im Se wasser treibenden Ceratien aus der Gruppe der sogenannten Cilio-flagellate Infusorien. Die Mehrzahl der Echinodermen frisst den mit organische Resten geschwängerten Sand und Schlamm des Meeresgrundes; der Dar der Holothurien ist mit solchem gestopft, wie der der Regenwürmer m Erde. Die besten Stellen suchen sie immerhin aus; die mit Abfall bedec ten Gründe der Häfen sind mit ihnen oft wie gespickt. Die Seesterne d gegen, bewegliche Räuber, umfassen grosse Muscheln mit ihren Schale stülpen nach Agassiz ihren Magen wohl halb um und vor, um eine gros Schnecke zu verdauen, welche in den Mund nicht hineingeht, und geben d Schalen zurück. Sie sind den Muschelbänken sehr schädlich.

Zwischen den Stacheln der Seeigel findet man oft die wie Raupenko geformten, durch den After ausgetretenen Exkremente. Nach Agass werden dieselben von den Interambulakralpedicellarien an den Körperseit voranbewegt, ohne die Ambulacra zu berühren. Die Holothurien könn ihren Darm unter Zerreissung der ihn aufhängenden Mesenterialfäden dur den After ausdrücken und können daran in der Gefangenschaft nur dur besondere Kunststücke verhindert werden. Vielleicht ersetzen sie d Verlorene. Die Synapten theilen in freiwilliger Zerstückelung des Körp auch den Darm. Der im Sande vergrabene Spatangoide, Amphidetus c datus (Echinocardium) soll nach Robertson sich über dem Rücken ein aufsteigenden Kanal frei halten und von dort zum Munde in der vorder Ambulakralrinne Sand zum Fressen hinabführen; vielleicht dient die Rin mehr für Abfuhr und Zufuhr des Wassers.

Die Abgliederung der Würmer, Vermes, mit welchem Namen Lin eigentlich Alles zusammenfasste, was nicht Wirbelthier oder Insekt w von den höheren Gliederthieren, den Arthropoden, den Insekten im weiter Linné'schen Sinne, ist, obwohl ein Theil der Würmer mit den Arthropod eine augenscheinlich nahe Verwandtschaft hat, mit ihnen im Grossen d symmetrischen und metamerischen Bau mit allen Konsequenzen für die (ganisation und im Einzelnen noch gar Manches theilt, doch an wenig Stell auf Schwierigkeiten gestossen.

Wenn man auf der einen Seite von den Insekten im engeren Sin ausgeht, hat man Organismen, an welchen die Leibesabschnitte nicht all unter einander erheblich differenzirt, sondern wieder in bestimmte Grupp zusammengeordnet sind, welchen man nach der Reihenfolge und zum Th der Funktion die Namen Kopf, Brust, Bauch gab. Indem dabei der Ko die Fühler, Augen, Fresswerkzeuge, die Brust die Beine und Flügel, d Bauch äusserlich eigentlich nur im Dienste des Geschlechtslebens stehen

nhänge trägt, sind auch die Anhänge dieser drei Abschnitte sehr ungleich baut und bestimmt vertheilt. Wir haben eine ausgezeichnete „Hetero-mie“ an wenig zahlreichen Segmenten. Die meisten Segmentalanhänge nd gegliederte Gliedmaassen.

Bei der best zusammenfassbaren Gruppe der Würmer im neueren Sinne, n frei lebenden Anneliden, sind die Unterschiede der Leibessegmente ge-ng, am stärksten für den Kopf, welcher auch hier aus mehreren Segmen-n gebildet und mit besonderen Werkzeugen ausgerüstet ist; es giebt keine gliederten Gliedmaassen, sondern es dienen als Bewegungsorgane weiche ssstummel mit Büscheln von Borsten oder Haken; die Zahl der Segmente nn bis auf viele Hunderte steigen; man hat eine auffällige „Homonomie“ ler Segmente ohne gegliederte Anhänge.

Ueber den Mangel der Differenzirung der Segmente an einem unge-ederten oder kaum gegliederten Rumpfe kann die Gliederung der Glied-aassen hinweghelfen, und muss das bei den meisten Milben; ebenso über e mangelhafte Ausprägung der Heteronomie bei den Myriapoden. Fehlen e gegliederten Anhänge, so könnte andererseits die Heteronomie helfen d wesentlich darauf würde man die Räderthiere zu den Crustaceen stellen nnen. Aber die Heteronomie der Segmente steigt schon bedeutend bei wissen, namentlich Röhren bewohnenden Würmern.

Es bleiben noch speziellere Motive. Die Arthropoden bilden meist eine itinhaut, welche an sich fest, auch wohl mit Kalksalzen getränkt, als sseres Skelet den Muskeln bestimmte Stützen und Angriffspunkte giebt d dadurch für die Organisationserhöhung bedeutend ist. Die Insekten, innenthiere, Tausendfüsse haben, mit Ausnahme kleinster Milben, in den örper eingestülpte Athemröhren, Tracheen oder Athemsäcke, Lungen, die rebse, bis auf kleinste, hingegen Kiemen als Theile einzelner Gliedanhänge ler solche allein vertretend. Bei den Würmern sind dagegen sehr ver-eitet aus der Leibeshöhle ausführende Wassergefässe, welche bei meta-erischer Gliederung sich segmentweise wiederholen.

Indem man alle diese Punkte in's Auge gefasst hat, ist den Arthro-den Einiges aus den Würmern früherer Autoren überwiesen worden, mentlich Lernäadenkrebse und es ist Weniges auf dieser Gränze fraglich. eripatus capensis, von dem Entdecker Guilding zu den Mollusken stellt, von Grube als Gruppe der Onychophora zu den Borstenwürmern, n van Beneden zu den Cotylidenwürmern, von Gervais zu den Ju-den, einer Tausendfussfamilie, und von Ehlers zu den Tardigraden, hört nach Moseley jedenfalls zu den Tracheaten, Arthropoden mit Luft-öhren, und zunächst zu den Myriapoden. Die an Lernäadenkrebse sehr innernde Histriobdella van Beneden's wird meist den Würmern zuge-echnet. Diesen letzteren die Räderthiere und dann die Bryozoen und 'unikaten zuzutheilen, geht nur an, wenn man den Würmern jeden einheit-

lichen und distinguirenden Charakter nehmen will. Für die Räderthiere bewegt uns eine ersichtliche Differenzirung der Leibesabschnitte, die Abblätbarkeit ziemlich solider Schalen, die Vergleichbarkeit der Räder und des Kauapparats mit Mundfüssen und Magenzähnen der Krebse, die Art der Bewegung, das Wesen der Eier und die Art diese zu tragen, sie mit den Krebsen zusammenzuordnen, mit einer Summe von heruntergekommenen Eigenschaften. Aehnlich reihen wir durch Vermittlung der Simoniaden und Phytoptiden die Pentastomiden den Arthropoden an und sind auch mehr geneigt, die Tardigraden oder Macrobiotiden und selbst, trotz der Hautwimperung, die Myzostomiden in diese Nähe zu stellen, welche letztere einige für Crustaceen halten, während Mecznikoff dieselben zu den Anneliden stellt. Sie scheinen, abgesehen von der Wimperung, äusserlich den Milben näher zu stehen als innerlich.

Die grössere Schwierigkeit liegt in der weiteren Konstituirung der Würmer. Zu Linné zurückzukehren, wie van Beneden vorschlug, als er alle Würmer Linné's als Allocotylés den Epicotylés und Hypocotylés nach der Art der Aufnahme des Dotters durch den Embryo entgegenstellte, würde nur einen negativen Werth haben. Wenn man von den Charakteren bei Claus die bilaterale Symmetrie, welche ja nicht einmal von den Mollusken trennt, wegnimmt, bleiben nur noch die Exkretionskanäle, Wassergefässe. Unter den Würmern dieses Systems haben aber solche einige überhaupt nicht, bei den Räderthieren münden sie in die Kloake, bei den Trematoden und Cestoden gehen sie aus dem Parenchym nach Aussen, bei anderen kommuniziren sie mit der Leibeshöhle; was wir davon andererseits bei Coelenteraten und Echinodermen haben, ist zum Theil schon erwähnt, auch für Mollusken und Embryonen von Wirbelthieren und letzteren nahe stehende Formen werden wir Aehnliches kennen lernen. So lange die metamerische Gliederung hinzukommt, besteht durch deren Vermittlung, sowie innerhalb kleinerer Gruppen auch durch besonderen Bau und Funktion für diese Einrichtung grössere Uebereinstimmung; aber im Uebrigen, selbst wenn wir für den Begriff Wassergefässsystem, welcher physiologisch zwischen Respiration, Irrigation, Harnausscheidung hin- und hertreibt, bestimmtere Normen aufstellen wollten, würde dasselbe doch wegen der weiten Verbreitung und der Entwicklung auf einfachsten Grundlagen wenig zu einem Kriterium von höchster Bedeutung passen. Ein deutlich ausdrückbares Band für die Würmer in einem so ausgedehnten Sinne, dass sie Anneliden, Platyelminthen, Nemathelminthen, Gephyreen, Sagitta, Turbellarien, Tunikaten, Bryozoen, Räderthiere und mehr umfassen sollen, besteht nicht. Ein sehr guter Kenner derselben, Ehlers, hat unter sie auch nur die acht Klassen: Cestoda, Acanthocephala, Trematoda, sämmtlich von Rudolfi, Turbellaria Ehrenberg, Nemertina M. Schultze, Nematoda Rudolfi, Gephyrea Quatrefages, Annelida Savigny aufgenommen.

Wir haben früher Gründe angeführt dafür, dass man im Allgemeinen
f Gliederung keinen so hohen Werth legen dürfe als auf Organisation.
s führt allerdings dazu, die Kluft zwischen Mollusken und Würmern und
h zwischen Würmern und radiär gebauten Thieren nicht als so weit an-
chlagen, aber es hindert auch andererseits, in der Verbindung nicht ge-
derter Würmer mit den Weichthieren, wie sie gewiss durch die Aehn-
keit niederer Formen beider Gruppen nahe gelegt wird, einen wesent-
en Nutzen zu finden.

Die Organisation verbindet zunächst über gewisse Störungen der Glie-
ung hinweg die Hirudineen und die höheren Turbellarien, die Nemer-
n, mit den Anneliden. Man kommt allmählich durch die Nemertinen
den niederen Turbellarien, Dendrocoelen und Rhabdocoelen, durch die
udineen zu den Polystomiden und anderen Trematoden, gänzlich unge-
derten oder doch nur in Hautringelung gegliederten Würmern, mit immer
r verkümmerndem Nervensystem, und zu den noch niedrigeren Cestoden,
che in der besonderen Weise ungeschlechtlicher Vermehrung, der Stro-
bildung, Gliederung nachäffen. Bei ihnen sind die Besonderheiten der
rmer so herabgemindert, dass nur durch Vermittlung der Verwandt-
aften über die Position entschieden wird. Von der anderen Seite sind
rdessen gewisse Schnecken, die Chitoniden, nicht allein durch eine so
ke Symmetrie, dass sie sogar doppelte Geschlechtsorgane haben, sondern
h durch eine Gliederung der Schale, andere durch Vertretung der meta-
rischen Anordnung in den Kiemen, die Tritoniaden, oder in den Magen-
hen entgegengekommen. Bei vielen opisthobranchen Schnecken geht die
öhnliche Umkehr des Darms nach vorn verloren, während sie anderer-
s gewissen Würmern zukommt. Die Chätognathen unter den Würmern,
der einzigen Gattung Sagitta, kommen gewiss in der Ausführung ihrer
ndwerkzeuge, als Scheiben mit kralligen Haken, den ptenoglossen und
anderen Umständen den heteropodischen Schnecken nahe. Auch die
akelähnlichen Gebilde von Mollusken oder bei den Bryozoen unter den
lluskoiden und die bei Würmern können auffallend ähnlich werden.

Die Nematoden schienen früher von den Anneliden weiter getrennt als
te. Den Formen, welche unter ihnen schon früher, selbst unter den
asitischen, als die Hautringelung, namentlich durch Bestachelung, schär-
ausprägend bekannt waren, dabei ohne alle innere Metamerenbildung,
Spiroptera, Liorhynchus, Hystrichia, gestachelten Filarien, dem mit
hen von Warzen geschmückten Gordius ornatus, dem Chordodes mit
rartigen Fortsätzen haben sich nicht allein zahlreiche freilebende deut-
er geringelte und vereinzelte Haare tragende, sonst sehr bestimmt zu
Nematoden zu stellende Arten durch die Untersuchungen von Eberth,
rion, Bastian, Bütschli und Anderen, sondern eine Familie frei-
ender Chätosomiden gesellt, Desmoscolex, Trichoderma, Eubostrichus,

welche zahlreiche Borsten tragen, obwohl sie sonst immer eher noch zu de
Nematoden stehen, namentlich die gleiche Bewaffnung der männlichen Ge
schlechtsorgane mit Spicula haben. Solche, indem sie die Spicula männ
licher Nematoden gewissermaassen als letzte und besondere Vertretung vo
festeren borstenähnlichen Hautgebilden erscheinen lassen, verbinden einiger
maassen borstentragende Anneliden mit Nematoden.

Andererseits sind unter denjenigen, welche nach der inneren Gliederu
und den Fussstummeln ganz Anneliden sind, schon lange solche bekann
welche kaum etwas von Borsten zeigen, so die Tomopteris; dazu komm
die Polygordius ohne Fussstummel und Borsten, aber mit Fühlern u
wenigstens hinten deutlich gegliedert.

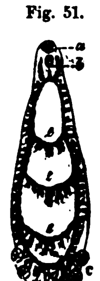
So haben wir hier für die Einreihung wenig scharfe und durchgehen
Anhaltspunkte und müssen es ertragen, dass eine neue Entdeckung d
ältere Systematik, die Trennung und Zusammenfassung innerhalb der Wü
mer und Mollusken und zwischen beiden wesentlich erschüttert, dass d
Verwandtschaft nach mehreren Richtungen gleich stark, die Systembildu
überhaupt äusserst erschwert erscheint.

Den Cestoden, welche wir als magenlos oben berührt haben, reihen si
durch Vermittlung solcher Cestoden, welche überhaupt eine Kette ni
bilden, Caryophyllaeus, in der äusseren Erscheinung, weiter durch eine se
genaue Uebereinstimmung des Wassergefässsystems, durch Aehnlichkeit d
Haftwerkzeuge, auch durch Lebensweise und einigermaassen Entwicklu
unbestritten als nächste Verwandte die Trematoden an, ihrerseits
jene Magenlosigkeit anknüpfend durch die Sporocysten, in welcher Fo
ungeschlechtliche Vermehrer, Ammen, sich einschieben können. Eine einz
erwachsene Form, Amphiptyches oder Gyrocotyle, etwas ungenügend bekan
soll ebenfalls der Verdauungshöhle entbehren. Die übrigen haben im g
schlechtsthätigen Stande alle einen vorn gelegenen oder von der Oberlip
überragten, meist in einen deutlichen tiefen muskulösen Mundnapf ein
betteten und öfter von Nebennäpfen begleiteten Mund.

Die meist geschwänzte, ungeschlechtlich in Ammen entstandene B
trägt zuweilen in der Oberlippe einen Stachel, vermittelst welches sie na
Verlassen der alten Wohnsitze in neue eindringt, um ihn dann, in ei
Art Häutung, abzulegen. Diejenigen, welche, wie die Polystomiden, d
Mundnapfes entbehren, können doch durch Vorstossen und Zurückziehen d
Schlundes Pumpbewegungen ausüben. In die Mundhöhle ergiessen wa
scheinlich einzellige, kolbige Drüsen, durch feinkörnigen Inhalt untersche
bar, ihr Sekret und auch im Speiserohr bemerkt man Aehnliches. D
Speiseröhre ist meist mit einer besonderen Entwicklung ihrer Muskella
einer Art Muskelring, dem rundlichen Schlundkopfe ausgerüstet. D
Magen gabelt sich fast immer, aber die beiden Schenkel treten bei d
Weibchen von Distoma haematobium des Menschen nach kurzer Trennu

einem Kanal wieder zusammen und verbinden sich bei Monostoma durch en hinteren Bogen, bei Polystoma ausserdem durch drei vordere Quer-ücken. Namentlich bei grösseren Arten sacken sich die Darm-nde im Heranwachsen in Lappen aus, so unter den Disto-n bei Distoma hepaticum, dem Leberegel der Schafe. Bei lystoma integerrimum des Grasfrosches sind die Hauptsäcke die Querbrücken mit zahlreichen gefiederten hohlen Zweig-n besetzt. Die Magenwand ist dünn, lässt jedoch Zylinder-len und nach Leuckart auch Längsmuskeln und Kreis-skeln erkennen. Die Magenwandzellen können gelblich oder unlich gefärbt sein. Bei den magenführenden Ammen, den dien, ist das Coelom sehr deutlich, sonst ist die Verbindung Körperwände mit dem Magen inniger, am innigsten bei lreichen Verästelungen des Magens. Bei Distoma lanceo-um und anderen Arten mündet eine zwar neben dem Oeso-gus liegende Drüse doch unter der Oberlippe, wahrschein-n einen reizenden Saft abscheidend.

Fig. 51.



Polystoma integerrimum Rudolphi aus der Harnblase des braunen Frosches, Rana platyrhinus, etwa 6mal vergrössert. a. Mundnapf. b. Schlundkopf. c. Die hinteren Haftnäpfe. d. Die Haken. e. Darmkanal mit Querbrücken und dendritischen Ausläufern.

Die Trematoden sind alle parasitisch; zum Theil endo-rasitisch, Distomiden, dabei jedoch auch an Kiemen und in Mundhöhle ihrer Wirthe, zum Theil ektoparasitisch, Poly-miden, dabei jedoch auch in der Harnblase, also die beiden eisen nicht ganz streng nach den beiden Familien geschieden. fressen Blut, Schleim des Darms, der Lungen, der Gal-gänge, Absonderungen in Geschwülsten der Haut, und wohl auch Darm-alt ihrer Wirthe; einige suchen selbst im Auge und Rückenmarkskanale e Nahrung. Oft strotzen die Magensäcke von Blut. Die endoparasiti-en vertauschen in der Regel im Heranwachsen ihre früheren Wirthe, llusken, in deren Gewebe sie sassen, gegen Wirbelthiere, in deren inne-n Höhlen sie wohnen, meist durch Vermittlung von Zwischenwirthen, In-kten, Krebsen, Würmern, und wechseln somit zugleich ihre Ernährung.

Die Nematoden besitzen ein Darmrohr, welches, am Vorderende des treckten Körpers mit dem Munde beginnend, mehr oder weniger am ibesschlauche durch zarte Fäden und Brücken, Dissepimente, befestigt, erhalb desselben, mit seinen Verhältnissen ihm ziemlich entsprechend, rläuft und mit einem After mündet, welcher von einer Schwanzpartie des rperschlauchs noch mehr oder weniger weit überragt zu werden pflegt. s gewöhnliche Verhalten höherer Thiere, ein durch das Coelom von der rperhülle getrennter, nicht mehr mit irgend einem Gefässsystem offen ver-ndener Darmschlauch mit Mund und After ist damit erreicht.

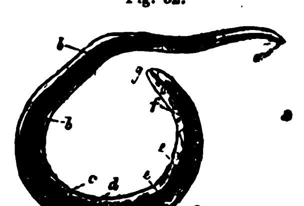
Nach Greeff haben einige an Wurzeln lebende Nematoden verästelte d gefiederte Mundtentakel. Sehr gewöhnlich ist der Mundrand scharf, er nicht selten auffällig in Lippen gegliedert, welche mit der Dreizahl



namentlich bei den Askariden, Spulwürmern, charakteristisch sind, auc vorschiebbar sein können zwischen eingesenkten Falten, oder bewaffnet mi kleinen Spitzen, sägenartig stehenden Zähnen, Pfriemen und bei dem Cu cullanus elegans, einem Schmarotzer mehrerer vaterländischer Süsswasser fische, mit zwei muschelähnlichen, chitinigen, hornbraunen, zierlichen Klappen Auch können Borsten neben dem Munde stehen. Wenn der Mund alle solcher, mit den harten Hautabscheidungen höherer Artikulaten zusammen zustellenden, Einrichtungen entbehrt, kann die Feinheit des vorderen Kör perrandes die Thiere befähigen, in weiche Gewebe einzubohren und so di dort liegende flüssige Nahrung frei zu machen oder sich in sie einzubetten

Die Speiseröhre oder der Munddarm, durch welchen, der Formver änderlichkeit und dem meist geringeren Querschnitt des vorderen Leibesabschnit entsprechend, die Nahrung rasch hindurchgeht, ist gewöhnlich vom Mage deutlich abgesetzt. Ihre Muskellage ist zuweilen nahe dem Uebergang den Magen zu einem starken rundlichen Schlundkopf angeschwollen u dann in diesem die Kutikularauskleidung, welche auch sonst auf den Fa ten sich zu harten Leisten erheben kann, zu eigenthümlichen eingefalzte Platten oder Stäben entwickelt, welche, dem dreieckigen Querschnitt d Organs entsprechend, von drei Seiten gegen einander arbeitend, kauen. D Spitze des dreieckigen Zwischenraums sieht, wie an den Mundlippen, geg die Bauchseite, das heisst die den After und die Geschlechtsöffnung zeigend

Fig. 52.



Trichina spiralis Owen ♀, aus der Kapsel im Muskel genommen; 100mal vergrössert.
a. Mund. b. Zellkörper um das Speiserohr. c. Drüsensäckchen vor dem Magen. d. Magen. ee. Darm. ff. Eierstock. g. After.

Bei den Trichosomen, Trichocephalen, Trichin ist dagegen die Innenfläche des Oesophagus v sehr grossen Zellen gebildet, so gross, dass mit einer einzigen Reihe genügen, das Ro zu umgreifen. Wahrscheinlich mischen diese i Sekret der Speise bei. Bei Trichina schlie die Einschnürung hinter diesem Theile die M nung aus, dass er schon Magen sei; auch b den anderen gehören jene Drüsenzellen wo sicher dem Oesophagus an. Die Speiseröh kann in Saugbewegungen verkürzt und verlä gert werden; die Trichotracheliden mit Bevo zugung des drüsigen Charakters der Speiseröh sind schwache Schlucker. Bei Trichina hängen hinter der Speiseröhre a Mageneingange zwei kleine helle Blindsäcke.

Schneider hat gemeint, der Darmkanal der Nematoden bestehe n aus einer Zellenlage, gewöhnlich mit polyedrischen Zellen mit dunkle körnigem, in Aether nicht löslichen Inhalt; diese sei auf der äusseren u der inneren Wand nur von einer zarten Abscheidung, Cuticula, bedec Wie am Speiserohr der Trichotracheliden in einer Reihe, so stehen a Magen sehr kleiner Nematoden die Zellen nur in zwei Reihen neben eina

r, und diese reichen zur Umfassung aus. Die gefärbten Zellen kann man
; Leberzellen ansehen und es würden demnach in der Regel nur solche
ıtlich sein, nur sie die Plastidenlager des sekundär vegetativen Blattes ver-
ten. Bei Trichina glaube ich jedoch ausser dieser dem Epithel ent-
rechenden Lage Muskelstränge gesehen zu haben; jedenfalls bewegt sich
: Darm selbstständig. Auch Leuckart gab für Oxyuris vermicularis,
ambigua und Heterakis vesicularis Darmmuskelfasern an. Bütschli
schrieb am Schlund von Oxyuris Blattae zahlreiche Muskelfasern. Die
ıere Cuticula ist mit Porenkanälchen besetzt. Am After geht die Musku-
ır des Hautschlauchs oft sehr deutlich auf den Darm über. Neben dem
stdarm liegen meist einige einzellige Drüsen, wie sich auch im Munde
veilen zwei lange Drüsenschläuche öffnen.

Bei Tetrameres haemochrous aus den Vormagenfollikeln der Wildente
der blutgefüllte Magen älterer Thiere fast kuglig, in seinen Wänden sind
ın die dunkelen Zellen sehr deutlich und der Körper ist durch den
gen so ausgedehnt, dass Kopf und Schwanz kaum aus dem Wulste vor-
en. So ist auch bei einigen Askariden und Mermis der Magen rück-
ifend neben dem Oesophagus ausgebuchtet. Der Verdauungskanal ist
en den After meistens heller, enger, dickwandiger und kann dort als
erdarm bezeichnet werden. In der Jugend ist wegen der Höhe der
ındzellen der lichte Raum des Darmrohrs sehr eng.

Bei der jungen Brut der berüchtigten Filaria medinensis, des Medina-
rms, welche Fedschenko in Cyklopskrebsen zog, zeigt die Speise-
re sich gleichsam dreitheilig, indem dieselbe, ausser in den Magen, zu
Seiten in zwei an der Wand des Magens verlaufende Drüsengänge
rgeht. Nur bei kleinen ist der After nachzuweisen. Dieser fehlt auch Ich-
onema globiceps in dem Fische Uranoscopus scaber. Bei Gordius, schma-
zend in der Leibeshöhle von Insekten, obliteriren nach Grenacher
h der Auswanderung in einer Häutung der Mund und der nächste Darm-
il, während der hintere Theil offen bleibt; Mermis entbehrt des Afters,
aerularia, parasitisch in Hummeln, des Mundes und des Afters.

Während in der Regel die erwachsenen Thiere den vollkommneren Darm
ben, kann doch auch den Jugendformen eine vorübergehende Mundbewaffnung
:ommen und bei alten Mutterthieren kann es geschehen, dass ihr äusserer
b noch lebt und sich bewegt, während ihre eigene lebende Brut ihnen
ı Darmkanal bereits aufgezehrt hat.

Nematoden nähren sich theils von zerfallener Substanz im Schlamme
' dem Grunde des Meeres, des süssen Wassers, im feuchten Boden des
stlandes und von verfaulenden Pflanzen, theils in lebendigen Pflanzen-
ilen, Halmen, Früchten, Körnern, theils und meist in lebenden Thieren,
vachsen gewöhnlich in mit der Aussenwelt verbundenen Hohlräumen, dem



Magen, dem Darm, den Lungen, den Nieren, aber auch in den Blutgefässen, in Geschwüren, unter Hautschorfen u. s. w., sich nährend vom Blute, Schleime, Kothe, Eiter. Unentwickelte können im Innersten der Gewebe eingeschlossen, so die Trichina spiralis in der einzelnen Muskelfaser, vo Geweben zehren oder diosmotisch durch die umspülenden Flüssigkeiten ohne Gebrauch des Darms ernährt werden. Es ist nichts gewöhnlicher, als das sie regelmässig Wohnsitz und Ernährungsweise zu wechseln haben.

Von den Strudelwürmern, Turbellarien, waren namentlich die Planarien und einige Nemertinen schon länger bekannt, besonders durch die Untersuchungen des Dänen O. F. Müller. Sie wurden aber erst, nachdem Ehrenberg i den Korallenriffen des rothen Meeres ihrer eine Menge und an ihne manche Verschiedenheiten gefunden hatte, von diesem Gelehrten unter einen Namen zusammengestellt, anfänglich in Verbindung der Formen, welch unter ihnen einen einfachen Darm haben, mit den Naiden und den fr lebenden Nematoden, Gordius und Anguillula, welche doch bei wimperlose Haut einen Anspruch auf den Namen gar nicht hatten. Ein Theil der nac Ablösung der letzteren verbleibenden Formen reiht sich in höherer Orga nisation und wenigstens theilweiser Gliederung des Körpers den echten Anne liden nahe an, während die niederen Formen den Trematoden näher stehe Es zeigt dabei namentlich die allmähliche Vollendung des Nervensystem von der niederen Hirnbildung der Trematoden, zweier Ganglien mit eine Querbrücke, durch den vollständigen, Ganglien tragenden Schlundring bis z dessen Verbindung mit einer unvollkommenen Ganglienkette am Bauch ein höhere Stellung an. Bei der grossen Verschiedenheit in den Verhältnisse des Verdauungsapparates, der Geschlechtsorgane, der Entwicklung, des Ge fässsystems, der Gestalt bleiben gemeinsam das Wimperkleid und das Wasser gefässsystem, Eigenschaften, gewiss nicht besonders geeignet, als unterschei dende Charaktere benutzt zu werden. Die Behandlung wird erleichtert wenn man die Nemertinen oder Rhynchocoela, wie das Ehlers vorgeschla gen hat, abtrennt, was um so mehr zu passen scheint, weil sie bei der au den Verdauungsapparat begründeten Theilung der übrigen Turbellarien i Rhabdocoela und Dendrocoela, obwohl selbst weitaus die höchsten, sich doc der niederen Gruppe der Rhabdocoelen würden anschliessen müssen. In de Organisationshöhe stehen jene diesen niederen oder, wenn wir so wollen echten Turbellarien ungefähr so gegenüber wie die Blutegel, Hirudineen z den Trematoden. So machen die Blutegel auch ähnliche Schwierigkeiten für die Einreihung in's System und die Behandlung nach linearer Folge.*)

Die rhabdocoelen und dendrocoelen Strudelwürmer, Thiere, welch

*) Wir werden sehen, dass die Verbindung nicht, wie Ehlers meint, blos a dem Wimperkleid beruht; darin aber sind wir ganz der gleichen Meinung, dass a das Wimperkleid viel mehr Werth gelegt worden ist, als es verdient.

ist nur einige Linien, selten einen Zoll und mehr messen, haben einen
weder immer oder doch meist afterlosen Verdauungsapparat, welcher bei
n rhabdocoelen einfach schlauchförmig, bei den dendrocoelen baumförmig
rästelt ist, wonach jene Benennungen gewählt wurden. Der Mund liegt
den dendrocoelen meist ziemlich in der Mitte, bei den rhabdocoelen
weder mehr vorn, oder in der Mitte oder mehr nach hinten, Prostomeen,
sostomeen, Opisthostomeen und kann im ersteren Fall spaltförmig sein,
izostomeen, oder auch besonders fähig sein sich fest zusammenzuziehen,
krostomeen. Die Prostomeen würden durch einen vor dem Munde ge-
dert liegenden retraktilen Rüssel und vielleicht die Geschlechtseinrich-
gen und die Mikrostomeen vielleicht durch einen After, dessen Anwesen-
t O. Schmidt gegen Oersted und andere fest behauptet, welchen danach
r nicht Graff, wohl aber Ulialin bestätigt hat, sich den Nemer-
en näher anschliessen. Die Lage des Mundes, entfernter vom Vorder-
le, gestattet entweder, dass der Anfang des Verdauungsapparats in Form
es vom Munde eingestülpten und in Umdrehung vorstreckbaren Rüssels
h vorne gewendet Platz findet, oder dass ein Theil des eigentlichen
rms oder Magens, sei es mit einfachen medianen Blindsäcken, bei Mikro-
meen, sei es mit baumförmig verästelten, bei Dendrocoelen, in der vor-
en Körperhälfte über den Mund hinaus liegt. Anwesenheit, Gestalt, Be-
igung jenes muskulösen vorstülpbaren Schlundes, sind besonders zur
rakteristik der Gattungen benutzt worden. Der Rüssel kann unverhält-
smässig gross sein und ist zuweilen so beweglich, als wäre er ein Wurm
sich.

Bei den Dendrocoelen gabelt sich der Darm
l verbreitet sich weiter mit zierlichen Veräste-
gen, Lappen und Hörnern im flachen Körper.
nocelis und nach Graff einige andere For-
n sollen zwischen rhabdocoeler und dendrocoeler
genform vermitteln. Graff glaubt auch zwischen
rhynchocoelen Anordnung der Nemertinen und
stomeen, d. h. dem besonderen vor dem
nde eingestülpten Rüssel, und der pharyngo-
len Schlundform der Turbellarien im engeren
ne eine sehr gute Uebereinstimmung dadurch
unden zu haben, dass dieser pharyngocoele
lund nicht auf seinem Grunde in das Speiserohr
rgehe, vielmehr ebenfalls ein blinder Schlauch
, welcher sich in sich selbst vorstülpe und so
t dem oralen Theile eine Schlundtasche und mit
m inneren allein den Schlund bilde, wo dann
r Eingang in das Speiserohr in der Falte zwischen

Fig. 53.



Planaria torva Müller, aus dem Süsswasser; etwa 3mal vergrössert, zwei Thiere in Paarung.
a. Vorderende mit den zwei „schiefen" Augen. b. Der unter der Haut nach hinten zum mesostomischen Munde c ziehende Pharynx. d. Die weisslich durch die vorgewölbte Haut durchscheinenden inneren Geschlechtsorgane. e. Das Begattungsglied. Trotz der braunen Haut sieht man die noch dunkleren dendritischen Magentaschen durchscheinen.

dem wahren Schlund und der Tasche liege. Bei den Prostomeen ging die bei den Nesselorganen oben erwähnten Stäbchen in den Eingang d Rüsseltasche über, modifizirten sich dann zu runden oder ovalen hell Bläschen und diese verschwänden hinter dem Schliessmuskel der Schei um an der Spitze des Rüssels wieder in grosser Zahl aufzutreten und eve tuell ein Büschel steifer Fäden zu entleeren. Keferstein beschrei allerdings für Eurylepta cornuta ganz bestimmt den Rüssel als eine Kre falte der Speiseröhre und ebenso sagt Claparède, dass bei Euryler aurita der Rüssel hinten in den Darm führt. Wenn wir auch damit d verschiedene Modifikationen hätten, Rüssel mit Oesophagus auf dem Grun Rüssel im Munde aber dorsal vom Oesophagus als blinder Sack, endli Rüssel blind vor dem Munde, so sind dieselben doch leicht in einand überzuführen.

Dass der Verdauungsapparat von einem Coelom umgeben sein kar durch welches hindurch seine muskulösen Befestigungen an die Körperhü gespannt sind, oder doch von Lakunen im Parenchym, ist nach den Unt suchungen von O. Schmidt, Leydig, Knappert, Kefersteiı Graff nicht mehr zu bezweifeln. Da das Coelom aber eine Spaltung d Mesoderm ist, so hängt seine Deutlichkeit einmal davon ab, wie weit ei Lösung einer inneren, dem Darm zugetheilten Lage von einer äusseren g schehe oder wie weit noch eine Verbindung durch von Peritonealbekleidu gen überzogene Muskeln oder Bindegewebsstränge erhalten geblieben is aber auch mehr elementar davon, wie deutlich die mesodermalen Elemen namentlich die Muskelzellen überhaupt ausgebildet sind und sich untersch den lassen von den epidermoidalen, ektodermalen und endodermalen, Lage und ihren Modifikationen. Diese Gewebsausbildung ist hier so verschied dass die Turbellarien für dieselbe mit den niederen, dem embryonalen Stan näher bleibenden Formen sich an die Infusoria ciliata, mit den höher an die Hirudineen oder oligochäten Anneliden anzuschliessen scheinen.

So ist die Unterscheidung der Darmwand von der Leibeswand oft se schwierig und haben deshalb die Turbellarien nicht allein früher für „p renchymatöse“ oder acoelome Thiere gegolten, sondern hat unter den Neu ren M. Schultze den Körperraum von ungeformter kontraktiler Substa erfüllt erklärt, in welche Bläschen und „Parenchymmuskeln“ eingelage seien. So vermochte auch Mecznikoff*) weder die Zellen der Haut u der Darmwand zu trennen, noch die Gewebslage der letzteren deutlich sehen, so dass er den Speisebrei wie in Protoplasma eingesenkt meint

*) Neuerlich wird gewöhnlicher Metschnikoff und Mečnikow geschrieben, e klärlich aus Versuchen, den russischen Buchstaben besser gerecht zu werden. E würde Irrthümer möglich machen, wenn wir bei den einzelnen Arbeiten die jeweilig Schreibweise unterschieden anwenden wollten.

ährend doch Moseley die Muskulatur in äusseren zirkulären und inneren ngitudinalen Lagen ganz wie bei höheren Würmern unterscheiden konnte. ach Ulialin könnte man Convoluta, Nadina, Schizoprora als Acoela, h. als solche, welche durch einen wenig ausdehnbaren Mund die Speise das Parenchym eindrücken, von den Coelata, welche eine deutliche Darmınd und wohl auch eine Leibeshöhle haben, unterscheiden. Eine ganz genthümliche Rüsselform ist die dendritische, welche den vorgeschnellten issel gleich langen, sehr kontraktilen Greifarmen erscheinen lässt. Von ertens entdeckt, von Oersted für viele Arten angegeben, soll sie sich ch Claparède auf die Gattung Centrostomum beschränken.

Die Verzweigung des Magens der Dendrocoelen beruht in der Regel nächst auf Bildung eines Sackes nach vorn und zweier nach hinten. Die iteren Verästelungen sind von Quatrefages als „Canaux gastrovascures", von Claparède als „gastro-hépatiques" bezeichnet worden. Färngen sprechen für besondere Funktionen in Betreff der Verdauung. Dass dererseits, wenn der Körper, wie bei Thysanozoon und ähnlichen Euryptiden, mit zahlreichen Papillen, gleich denen der Aeolidierschnecken deckt ist, die sich an diese lehnenden Magentaschen, wie bei jenen ıcktschnecken, den Inhalt direkt der Athmung aussetzen, ist auch nicht Abrede zu stellen.

Ueber das Eintreten von Speise in diese Anhänge berichtete Keferein; nach Claparède sind dagegen bei den Eurylepten die Darmvereigungen röhrige und verästelte Drüsen, welche nie Nahrung einlassen, h aber selbst in die Tentakel erstrecken. Bei den Landplanarien fehlen nach Moseley ganz an den zugewandten Seiten der zwei nach hinten henden Hauptschläuche. Wenigstens bei den Mikrostomeen ist der Verıungsraum mit Wimpern ausgekleidet und Kowalevsky sah bei Polylis die Kreuzungsstellen der netzförmig anastomosirenden Darmröhren ırch verschliessbare flimmernde Oeffnungen mit den Spalträumen des Parchyms kommuniziren. Die Mikrostomeen sind von Ulialin auf den ter mit den Nemertinen als Proctucha vereint worden.

Die Lage des Mundes und der flache Körper setzt mehrere Turbellarien den Stand, kleine Thiere durch Umlegen des Körpers zu umgreifen und it dem Munde aufzunehmen, andere scheinen in der Regel rasch kriechend Wasserpflanzen Infusorien aufzusuchen, jene gewissermaassen ableckend. ie Nahrung der Mesostomeen besteht nach Schneider aus kleinen Lumicinen, Entomostraceen, Hydrachnen, Larven von Dipteren und Notonekten. lle diese Thiere werden durch die Berührung mit dem Stäbchen entleerenn Vorderende alsbald mit Schleim umstrickt. Ganze Haufen von Cyklopsebsen und Daphnien liegen auf dem Boden der Gefässe, in welchen man lesostomeen hält, gebunden. Die Beute wird bis auf die Chitinhäute aussogen. Für die Bewältigung der Notonekten, Schwimmwanzen, spannen

sie fast gleich Spinnen ihre Fäden aus. Die unter der Erde lebend
Geoplana fressen nach Fr. Müller Regenwürmer. Das rhabdocoele Anop
dium endlich schmarotzt in Holothurien.

Fig. 54.



A. Eine Nemertine, Prosorhochmus Claparédii Keferstein, von St. Vaast; nach Claparède, etwa 50mal vergrössert.
a. Die Rüsselöffnung. b. Wimpergrube. c. Augen. d. Hirn. e. Darm. f. Rüssel. g. Embryo. h. Bewaffnung des Rüsselgrundes. i. Giftreservoir Claparède's. k. Ei. l. Rückzieher des Rüssels. m. After.
B. Rüsselgrund, über 100mal vergrössert.
a. Nebentaschen, jede mit zwei Stacheln. b. Hauptstachel. c. Giftreservoir.

Die Nemertinen oder Rhynchocoel
haben stets einen von der Verdauungshöhle gä
lich gesonderten Rüssel, welcher nicht wieder
sich umgestülpt, sondern ganz eingestülpt zu lie
pflegt und vor dem Munde sich öffnet. Derse
hat zu mancherlei Täuschungen Anlass gegeb
bevor sein Wesen durch delle Chiaje und Rath
erkannt wurde. Er hat mehr Festigkeit als
Körperwand und bleibt in Kontinuität, wenn
Thiere, was leicht geschieht, sich durch Muskelk
traktion in Stücke schnüren. Bei einem Theile,
Enopla, steht auf dem Grunde ein Stachel,
angeschwollener Basis, in einer Tasche gebildet,
Abscheidung, umgeben von einigen weiteren Stache
welche bald als junge, bald als verbrauchte, b
als accessorische angesehen worden sind,*) und
drüsigen Apparaten, welche vielleicht auch
Stachelbildungstaschen sind. Es scheint, dass
ausgewachsener Stachel durch seine Grösse das Z
trum behauptet und die jüngeren bei Seite drän
welche erst nach seinem Ausfall beim Gebrau
in seine Stelle rücken können. Claparède beschr
hinter dem zentralen Stachel in dem Grunde
Rüssels eine mit Flüssigkeit, Gift, gefüllte Bl
nebst Ausführungsgang. Danach setzen sich
Musculi retractores an, welche nach dem Hint
ende des Körpers an die Seitenwand gehen. D
selbe Gelehrte fand bei Cephalothrix lineata den ausstülpbaren Theil
Rüssels statt mit Papillen, wie das gewöhnlich ist, mit steifen Haaren beset

Dieser sehr lange, sehr rasch vorstossbare und dabei mit dem Stac
bewehrte Rüssel ergreift oder verletzt die Beute und wird dann wieder e
gezogen; allerdings sondirt er auch, aber wohl nur im Sinne des Angr
mit dem Stachel, er ist nicht wesentlich Tastorgan, wie man wohl
meint hat.

*) Bei Prosorhochmus Claparedii sind nach Keferstein die Nebenstach
stets grösser; sie mögen aber, auch wenn sie Ersatzstacheln sind, so lange
Thier wächst, grösser werden als die vorher gegangene Ausgabe und läge desh
in der Grösse kein absoluter Beweis dafür, dass sie nicht die Nachfolger des m
leren Stachels darstellten.

Der Darm verläuft vom nicht ganz vorn stehenden Munde grade zum ganz hinten stehenden After und ist häufig abtheilungsweise etwas eingeschnürt, gegliedert.

Ueber die Anwesenheit des Afters kann kein Zweifel sein. Man sieht ohne Druck Koth aus ihm abgehen. Der Verdauungskanal zerfällt zuweilen in ein engeres Speiserohr, einen weiteren Magen und einen schmaleren Darm, so bei Cerebratula Oerstedii, nach van Beneden, während bei den gewöhnlichen Nemerten der ganze Verdauungskanal gleichmässig ist.

Was den Lebensunterhalt betrifft, so schmarotzt Polia involuta sehr gewöhnlich an der Krabbe, Carcinus maenas, besonders den Eier tragenden Weibchen; die meisten Nemertinen, zum Theil Ellen lang, leben im Meeressande unter Steinen wohl von Abfällen und Exkrementen; sie tödten aber auch andere Würmer, leeren namentlich die Gehäuse der Röhrenwürmer aus und mehrere scheinen versteckt, auch in selbst abgeschiedenen Gehäusen, auf Beute zu lauern, welche sie mit ihrem Rüsseldolche zu durchbohren im Stande sind. Einige schwimmen und mögen andere schwimmende Thiere mit Rüssel und Leib umringen und fressen. Im Darme und den Exkrementen findet man sehr häufig parasitische Gregarinen.

Fig. 55.

Polia geniculata delle Chiaje, (Meckelia annulosa Grube) von Mallorka; etwa ⅘ der natürlichen Grösse. Der Wurm ist dunkelolivengrün mit etwa 60 weissen, zum Theil getheilten Ringen und weiss umsäumten Wimpergruben. Der rothe Rüssel a ist vorgestreckt.

Die Hirudineen oder Egel haben auf der einen Seite in Gestalt, Lebensweise, Saugnapfbildung eine bedeutende Aehnlichkeit mit den Trematoden, namentlich den höheren, ektoparasitischen. So hat van Beneden dieselben, indem er die Würmer in Anneliden, Nematoiden, Cotyliden und Teretulariden, wie bei Blainville die Nemertinen, abgesondert von den übrigen Turbellarien, den Planarien, hiessen, eintheilte, neben die Trematoden und Cestoden, und die Peripatiden oder Polypoden, welche nicht dahin, sondern, wie oben berichtet, eher zu den Myriapoden gehören, als „Cotylides supérieurs“ gestellt. Die innere wenn auch ungleichmässige Gliederung, sich vervielfältigend in den Hautringen, und die hohe Organisation bringen die Egel andererseits den echten Anneliden näher, umsomehr als Anwesenheit oder Mangel eines Kopfes und Borsten tragender Fussstummel nicht ganz ohne Vermittlung von der einen oder anderen Seite her sich zeigt. Ehlers unterstellt sie deshalb als Discophora den Anneliden.

Die Hirudineen haben den Mund immer ganz nahe dem Vorderende, nie von ganzen Ringen überragt, sondern nur durch die ungleiche Entwick-

lung vorderer Ringe im dorsalen und ventralen Theile und Herstellung d
Mundes auf Kosten der ventralen Partie etwas vom Vorderende entfern
ventral, stehend. Bei den medizinischen Blutegeln wird in dieser Weise d
sehr dehnbare Oberlippe aus drei halben, an der Bauchseite unvollkommen
Körperringen gebildet und erst der vierte Ring, auch ventral vollständi
begränzt den Mund als Unterlippe. Die äussere Decke modifizirt sich,
sie sich über diese Lippenränder umschlägt, zu einer feuchten und glatt
Haut. Die Erweiterung des Lippensaums macht bei verschiedenen Grupp
den Mundrand saugscheibenartig. Danach kommt immer ein durch Erw
terung und Verengerung zum Saugen und Schlucken dienender sehr ve
schieden bewaffneter Mund, in dem Zentrum von dessen Höhle bei d
Rhynchobdellidae, Clepsine, Piscikola u. a. der Schlund sich wieder a
Rüssel, oder welcher bei den Malacobdellidae sich selbst vorstülpen kan
oder dessen Lippenrand bei Malacobdella cardii mit Pflasterzähnen bedec
ist, in welchem dagegen bei den Gnathobdellidae die Schlundwand, sich wi
der erhebend, drei Taschen für die Schneidscheiben bildet und bei d
Histriobdelliden, den Astacobdella und Saccobdella zwei harte chitini
Spitzen, Kiefer, trägt.

Fig. 56.



Die vordersten Segmente des medizinischen Blutegels, Hirudo medicinalis, etwa 3mal vergrössert, den Mundnapf a bildend, in welchem der Mund b von den Schneidscheiben umstellt liegt.

Von besonderem Interesse sind die Schneidscheib
der echten Blutegel. Die Oberlippe formt die anzugre
fende Haut zu einem kleinen Kegel, in welchen das Bl
schiesst. Die Scheiben schneiden ein und Schlund u
Magen machen dann unter Mitwirkung der geordn
wechselnden Kontraktionen und Erschlaffungen des Hau
schlauches luftverdünnte Räume, in welche das Blut d
verletzten Thieres einschiesst.

Von den Schneidscheiben steht eine dorsal, zw
ventral bilateral, wobei von den drei Entfernungen d
untere grösser ist. Die Scheiben repräsentiren unt
einer grösseren Zahl von Kämmen zwischen Falten d
Pharynx die ausgezeichneteren. Ihre Schneiden richten sich entsprechen
der Längsaxe des Egels. Sie sind Abschnitte einer nicht ganz kreisfö
migen Scheibe. Der Rand ist nach dem Mundzentrum hin flacher, auss
stärker gekrümmt, der freie Theil ist scharf, die abgestutzte Basis ras
wulstig verdickt, gleich einem Messerrücken. Für die Substanz der Schei
haben ältere Autoren knorplige Beschaffenheit, ich selbst Zusammensetzu
aus Fasern von der Elastizität des Knorpels, R. Leuckart hat dageg
angegeben, dass sie aus Muskelfasern, nichts als Muskelfasern, bestehe, wob
das, wie es scheint, aus der Kontinuität mit antretenden Muskeln, aber nich
weiter histiologisch begründet worden ist. Die Zusammensetzung der ganze
Scheiben aus formveränderlicher Muskelsubstanz würde dem Gebrauch
nicht nützlich sein. Ich habe ferner beschrieben, dass die an die Schei

ben antretenden, mit ihrem Gewebe zusammenhängenden Muskelbündelchen peripherisch eine dicke Schicht glasheller stark lichtbrechender Substanz, im Innern feine molekuläre Masse zeigen, und dass in beiden Substanzen Anordnung nach Querstreifen erkannt werden kann. Da die Muskeln ausserdem sehr reich an untereinander verbundenen Nerven mit eigenen Ganglien sind, so ist die rasche, zusammengeordnete energische Aktion zu erklären. Es hat mir geschienen, dass beim Einschneiden jede Scheibe nach Innen gedreht werde; Leuckart meint das Entgegengesetzte; meine Ansicht scheint mir um so mehr festzuhalten, weil nach unser Beider Ansicht die äusseren Scheibenzähne die unreifen sind. Auch entspricht die Bewegung nach Innen mehr dem Zusammenfassen des Mundes, welches, der Erweiterung im Ergreifen der Haut folgend, beim Einschneiden ganz besonders bestimmt geübt werden muss.

Fig. 57.



Die Schneidscheiben von Hirudo medicinalis in ihren Taschen, etwa 25mal vergrössert. a. Die dorsale Scheibe. b. Eine lateroventrale Scheibe. c. Der Mund. d. Das Suboesophagealganglion.

Die freien, von Mundhaut gedeckten, Ränder der Scheiben tragen chitinige Zähnchen, welche mit zwei Wurzelfortsätzen auf dem Rande reiten, nach Aussen jünger und kleiner sind, ihre Wurzeln erst allmählich ausbilden und bis zu den Spitzen von der, von den Scheibenseiten aufsteigenden, Cuticula umhüllt sind. Bei grossen Blutegeln findet man über 80 solcher Zähnchen auf dem Rande einer Scheibe; dieselben sind bei den einzelnen Rassen ungleich gross und spitz, bei den ungarischen besser als bei den französischen und algerischen. Die Zahnreihen schneiden die Haut mit drei zusammenstossenden Schnitten ein, so dass die Wunde der durch einen spitzen, dreikantigen, auf den Flächen ausgekehlten Degen gemachten gleicht. Die Kiefer werden bei anderen Gattungen, von Hirudo abwärts durch Haemopis, welcher nur etwa 30 Zähne und Aulastomum, welches nach Zeichnung von van Beneden deren nur 15 an jeder Scheibe hat, Bdella, welches der Zähne an den grossen Scheiben ganz entbehrt, Trochetes mit kleinen zahnlosen Scheiben und andere, unvollkommener und es sind endlich bei Nephelis nur noch Schlundfalten vorhanden. Während in der Regel kieferlose oder mit schwachen Kiefern versehene Egel ganze Thiere überschlucken, scheinen die Haementeria ihren spitzen Rüssel einzubohren.

Fig. 58.

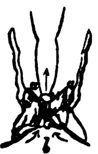


Diagramm der Schneide- und Saugarbeit des medizinischen Blutegels. Die Schneidscheiben bewegen sich, von den Muskeln bei a angezogen, in der Richtung der gebogenen Pfeile über die durch den Saugnapf angezogene Hautpapille b hin. Das aus den drei Schnitten fliessende Blut tritt in der Richtung des graden Pfeiles in Speiseröhre und Magen ein.

Zwischen die Muskeln der Mundhöhle oder des Rüssels senken sich einzellige schlauchförmige Drüsen, deren Absonderung durch fadenförmige

Ausführungsgänge in den Mundraum sich ergiesst und die zuweilen an Blut-egelstichen wahrnehmbare Entzündung veranlassen mag.

Fig. 59.

Darmkanal des medizinischen Blutegels, natürliche Grösse.

Bei Nephelis und einigen Ichthyobdellen ist de Magen einfach schlauchförmig, bei den Malacobdelle sogar gewunden, meist aber ist er mit symmetrische Seitentaschen versehen. Bei Histriobdella wimpern Mund höhle und Magen. Der Seitentaschen sind bei Aulasto mum nur ein, bei Malacobdella cardii nur vier Paa bei Clepsine sechs bis acht, bei Hämopis zehn un wird die Zählung durch Theilung der Taschen erschwert die letzten geben bei Clepsine zusammen die Gesta einer Leier; der medizinische Blutegel endlich hat e Taschenpaare. Die Taschen wachsen nach hinten un die hintersten sind sehr lange Schläuche. Man kan sich leicht die selbstständigen Taschen vermehrt denke dadurch, dass Lappen des hinteren Paares selbstständ werden mit Zurückdrängung des Enddarmeingangs.

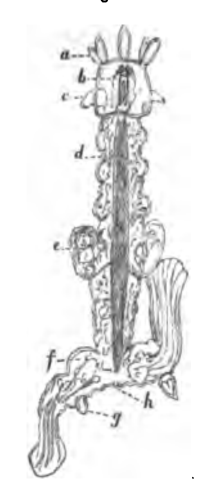
Das Magenepithel enthält gewöhnlich gelbliche Kör chen, die Magenmuskulatur ist schwach, das Coelo vielfach durch die Verbindungen zwischen Magen un Hautschlauch durchsetzt. Auch der Enddarm kann e oder mehrere Paare kleinerer Taschen tragen, welche, obwohl den Mage taschen deutlich homolog, doch eher harnähnliche Ausscheidungen ausz scheiden scheinen. Der Mastdarm mündet dicht vor dem Saugnapfe a Rücken.

Man hat im Allgemeinen van Beneden beigestimmt, dass sei Histriobdella hierher gehöre; ihre verschiedenen Fortsätze erinnern alle dings an die Stummelfüsse parasitischer niederer Krebse. Die Gattung h fünf elastische aber nicht schwellbare oder rückziehbare Tentakelfortsät vorn an einer verbreiterten Kopfscheibe, dann nahe dem Munde und a Körperende ein Paar längerer plumper Fussfortsätze ohne Gliederung un ohne Borsten, auf welchen das Thier sich rasch bewegt. Auf die sta wimpernde Mundöffnung folgen in der rüsselförmig umstülpbaren Mundhöh drei lange braune, stachlige und mit Haken ausgerüstete Kieferstücke. D Darm ist taschenlos, der After liegt zwischen den hinteren Füssen. va Beneden glaubt, dass die Thierchen mit ihren Kiefern die Schalen de Hummereier anstechen und den Dotter aussaugen.

Egel können sehr lange der Nahrung entbehren und verbrauchen dan wenn sie wenig mehr zu verdauen haben, in fast absoluter Ruhe auch sehr weni von ihrer Substanz. Sind sie mehr gefüllt, so befördern sie durch schwankend pendelartige Bewegung des Vorderkörpers, bei Fixirung mit der hinteren Scheib

die respiratorische Wirkung des umspülenden Wassers. Sie geben Koth in längeren Zwischenräumen ab. Einige sitzen dauernd parasitisch an Mollusken, Krebsen, Fischen; andere schmarotzen vorübergehend, namentlich an warmblütigen Thieren. Die Arten der Gattung Hirudo und Haementeria fallen in Sümpfen und feuchten Wäldern, dieses zum Beispiel Hirudo ceylanica, ein Landblutegel, nur so dick wie eine Stecknadel, nicht nur in Ceylon, sondern auch in Assam eine entsetzliche Landplage, über Amphibien, Säuger und Menschen her. Haemopis vorax wurde an den Beinen von Wasservögeln gefunden, Haemopis sanguisuga dringt in Algerien häufig in Mund, Nasengänge, Schlund, Luftröhre von Pferden, Dromedaren und Ochsen bis zu Dutzenden ein und gefährdet zuweilen in ähnlicher Weise den Menschen. Dem reihen sich, ähnliche Stellen an Vögeln bewohnende, Arten an. Plumpere Formen, Aulastomum, ergreifen und fressen ganze Thiere, Regenwürmer und Schnecken.

Fig. 60

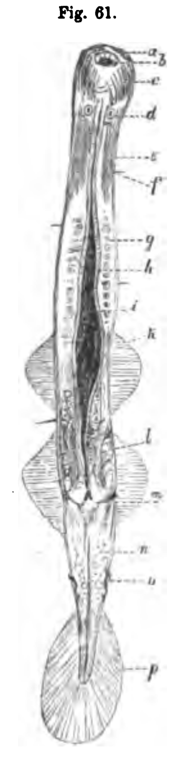


Histriobdella homari van Beneden, aus dem Kanal; erwachsenes Männchen 5mal vergrössert.
a. Die fünf Stirnanhänge. b. Die Mundhaken. c. Die vorderen mit Saugnäpfen bewaffneten Füsse. d. Der wimpernde Darm. e. Die Hoden. f. Hintere Schreitfüsse. g. Deren Anhänge. h. After.

Für die einzige Gattung S a g i t t a, gestreckte, einem Stabe. oder einer steif elastischen Borste vergleichbare, pelagisch schwimmende Thiere, hat R. L e u c k a r t die besondere Ordnung der C h ä t o g n a t h e n gebildet, während E h l e r s sie unbedingt zu den Nematoden stellt, da es nach O e r s t e d Sagitten ohne Flossen giebt, welche den Chätosomiden näher kommen und da einige zwittrige Nematoden bekannt sind, aus dem Zwitterthum also ein Hinderniss der Verbindung nicht erwachse. Die Mundbewaffnung, der gestreckte Darm, der den After überragende Schwanz erinnern etwas an die Nematoden, die Mundbewaffnung wie das Nervensystem jedoch noch mehr an cephalophore Mollusken und, da der Schwanz die männlichen Geschlechtsorgane aufnimmt, so ist damit die Aehnlichkeit mit den Nematoden auch fast verschwunden. Die Anordnung der Ausführungsgänge der doppelt zwittrigen Geschlechtsorgane nähert sie ein Weniges den höheren Würmern, vielleicht auch die seitlich in Gruppen stehenden zu Flossen vereinigten Borsten. Der Mund liegt vorne, trichterförmig, etwas von der Oberlippe überragt. Die Oberlippe ist mit kleinen Chitinspitzchen bewaffnet, welche, wie es scheint, immer in vier kleine Gruppen, jede von etwa fünf bis zehn Stück, geordnet sind, hinten wahrscheinlich durch Nachwuchs vermehrt, vorne dem Verbrauch unterworfen. In der Mundhöhle liegen gegen die Bauchseite zwei, durch quergestreifte Muskeln lebhaft bewegte Scheiben, deren Rand je etwa sieben bis neun*) grosse krallige Chitinhaken trägt, am

*) Wie viele Haken Sagitta Batziana habe, giebt Giard nicht an.

Fig. 61.



Sagitta germanica Leuckart und Pagenstecher, von Helgoland, zwölfmal vergrössert.
a. Kleine Chitinspitzen vor dem Munde. b. Mund. c. Hauptmundhaken. d. Augen. e. Quergestreifte Muskeln des Rumpfes. f. Einzelne seitliche Borsten oder Stacheln. g. Die das Coelom durchsetzenden Stränge. h. Zylinderepithel des Darms. i. Darmhohlraum. k. Seitliche Flosse. l. Ovarium und gefüllte Samentasche. m. After, seitlich davon die weiblichen Geschlechtsöffnungen. n. Hoden. o. Männliche Geschlechtsöffnung. p. Schwanzflosse.

meisten vergleichbar den kralligen Platten der Radula ptenoglosser Schnecken. Die Oberlippe hat innen ein Netz von Grübchen und hinter der zweiten Gruppe von Spitzchen jeder Seite ein Häufchen wahrscheinlich drüsiger Zellen. Starke Kreisfasern umschnüren den Mund. Von diesem verläuft der Darm als grades Rohr zum After, mit Zylinderepithel bekleidet, durch ein Mesenterium sowohl längs der Rückenlinie als der Bauchlinie befestigt, welches von hinter dem Kopfe bis zum After und nach einer Querbrücke auch wieder im Schwanze die Leibeshöhle nach Rechts und Links in Hälften theilt. Dieses Coelom ist jedoch bei Sagitta germanica von einem Netze verbindender Stränge durchzogen. Ich habe seiner Zeit mit Leuckart zusammen mich dahin ausgesprochen, es sei von einer eigentlichen Leibeshöhle keine Rede. Ich kann heute dies in dem Sinne nicht der Gegensetzung, sondern nur der Vermittlung in Betreff der Coelombildung beibehalten. Wenn man das Coelom als eine Spaltung eines Mesoderms betrachtet, welches in seinen Elementen einheitlich ist, so erscheint der etwaige Grad der Spaltung oder die Menge vorhandener Verbindungen von geringerer Bedeutung. Noch mehr vermittelnd zeigt dann Sagitta gallica den vorderen Theil des Darms ohne solche besondere befestigende Stränge, auch die Innenwand des Hautschlauches vorne deutlich mit gelblichen Epithelzellen bekleidet. Der vordere Darmtheil kann dabei den Greifbewegungen des Mundes mehr folgen und das Coelom ist an dieser Stelle deutlich.

Die Sagitten sind gierige Räuber, welche vorzüglich den kopepodischen Krebsen und den pelagischen Larven höherer Krebse nachstellen und solche bis zu einer so bedeutenden Grösse zusammengeschlagen in ihrem Verdauungskanal unterbringen, dass der Körper davon aufgetrieben erscheint. Sie hängen sich mit ihren Haken grade wie Firolaschnecken überall an. Die Parasiten aus der Trematodengruppe, welche ich in Sagitten fand, lebten nicht in dem Verdauungskanal, sondern in der Bauchhöhle.

Nachdem bereits Bohadsch 1757 in Neapel gefunden hatte, dass der

übrigens schon dem Rondelet und Gessner bekannt gewesene, Syrinx oder Sipunculus sich ebenso durch den Mangel von Saugfüsschen, als durch die Lage des Afters von den Holothurien unterscheidè, ist derselbe nebst verwandten Würmern doch bei der Aufstellung des Radiatentypus durch Cuvier mit den Echinodermen, selbst bei Linné mit Hydra zusammengestellt worden. Dann wurden die von Blainville gebildeten Familien der etwas Borsten besitzenden Echiuriden und der borstenlosen Sipunkuliden verschiedenen Gruppen von Würmern, jene den Regenwürmern, diese den Egeln verbunden, bis im Jahre 1847 de Quatrefages die verschiedenen, auf dem Meeresgrunde meist Häufchen aufwerfenden Gattungen unter dem entsprechenden Titel der Gephyrei*), Muddwürmer, vereinigte. Die abhäutbare, häufig am Rüssel zu Zähnchen, zuweilen auch auf dem Körper zu Platten und zu einzelnen Borsten chitiniger Beschaffenheit oder Borstenkränzen verstärkte, Kutikularschicht und die Ganglienkette der Echiuriden bringt die Thiere nahe zu den Lumbriciden und die oft betonte Verwandtschaft mit solchen Echinodermen, bei welchen die Ambulakralfüsse verkümmern, ist eine entferntere. Die Thiere sind grade für die Verdauungsorgane nicht unwesentlich verschieden.

Unter den nicht mit Borsten oder Haken bewehrten und nicht in Abschnitte getheilten Gephyrei inermes hat der übrigens in der Haut geringelte, oder eigentlich, da auch die Längsmuskulatur partieenweise stärker hervortritt, gegitterte Sipunculus den Mund mit zerschlitzten, an 2 cm. vorstreckbaren Tentakeln ausgerüstet, deren Hohlraum nach Keferstein wahrscheinlich mit der Leibeshöhle kommunizire, welche aber nach A. Brandt ein besonderes, der Erektion dienendes Gefässsystem besitzen. Sie haben innen ein Balkenwerk von Muskeln und tragen aussen ein Wimperepithel. An die Basis dieses Tentakelkranzes setzen sich vier starke Muskeln an, welche hinter der Afterstelle von der Körperwand entspringen. Durch diese kann der vordere eingeengte Theil des zylindrischen Leibes, ein Fünftel bis ein Sechstel, umgestülpt und eingezogen werden und bildet so einen Rüssel. Soweit die Haut dieses Rüssels nach Aussen gebracht werden kann, ist sie bedeckt mit einem Pflaster kleiner, höchst zahlreicher Papillen, deren Spitze, durch die verdickte Cuticula härter, bei Vorbringung des Rüssels nach hinten gerichtet ist. Da sie nach der Richtung der Spitzen im Inneren des Rüssels nicht zur Zurückhaltung der Speise dienen können, so sind sie eher für die Ortsbewegung in Anspruch zu nehmen, wie auch Fabricius den Priapulus mit dem Rüssel seine Gänge graben sah. Der tastend kriechende Rüssel bekommt durch sie einen Anhalt, gegen welchen er den übrigen Körper nachziehen kann. Zwischen den gewöhnlichen Pflasterepithelzellen münden hier, wie auf dem übrigen Leibe die Ausführungsgänge zahl-

*) γεφυρόω einen Wall aufwerfen.

reicher einzelliger Hautdrüsen, welche ohne Zweifel die Haut schlüpfrig erhalten.

Vom Munde zieht ein Darm von ziemlich gleicher Weite nach hinten und tritt zuerst mit einer nur etwas über die Körpermitte reichenden und dann mit einer zweiten, ganz an das Hinterende gelangenden Schlinge in den hinteren Körperabschnitt, von jeder dieser Schlingen nach vorne zur Aftergegend zurücklaufend, mit der zweiten in den After mündend. Zu diesen Schlingen ist das Darmrohr regelmässig aufgewickelt und durch feine Membranen und Fäden gegen den Hautschlauch in der Lage gehalten. Die Gephyrei haben unter allen Würmern die deutlichste, am wenigsten unterbrochene, Leibeshöhle. Der Darm ist dünnwandig, hat Rings- und Längsfasern und gelbliche Epithelzellen. Er wimpert innen und aussen, gegen das Coelom; aussen besonders stark in einer von der Gegend der Speicheldrüsen bis nahe dem After verlaufenden Furche. Zwei lang schlauchförmige Drüsen liegen neben dem Anfange des Darms und scheinen nach Keferstein und Ehlers unter dem Tentakelkranz zu münden, während sie von delle Chiaje mit den, die Mundtentakel der Echinodermen schwellenden, Polischen Blasen zusammengestellt und auch von Grube als mit dem Tentakelhohlraum in Verbindung stehend angesehen wurden. In den Larven von 1—4 mm. Grösse ist hier sicher eine zweilappige in den Oesophagus mündende Drüse. Kurz vor dem Darmende sitzt ein kleiner Blinddarm auf und noch später zwei kleine Büschelchen. Der After liegt, wenn man die Ganglien als ventral annimmt, dorsal, etwas hinter dem ersten Drittel der Körperlänge, es wäre also die Bauchseite nach hinten sackförmig ausgedehnt.

Bei der Gattung Phascolosoma sind die Tentakel ganzrandig, die Rüsselretraktoren setzen sich meist weit hinten an. Bei vielen Arten, den Armatae, ist der Rüssel mit deutlichen feinen Zähnchen besetzt und der After liegt gleich an der Basis des Rüssels, der Darm aber ist in zahlreichen Windungen spiralig gerollt. In verschiedenen Arten fand Keferstein die Zahl der Tentakel sehr verschieden, 12—80. Aehnliche Verschiedenheiten haben die anderen Sipunkuliden.

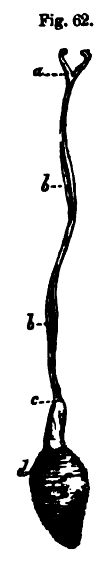
Bei den Priapuliden ist der Rüssel eichelförmig geschwollen und trägt bei Priapulus 25 Längsreihen von Zahnspitzchen, am Mundrand aber grössere braune nach hinten gerichtete Zähne. Im Rüssel stecken der inwendig mit mehrzähnigen Platten besetzte Schlundkopf und die Rüsselretraktoren, der Darm, im mittleren Theile mit verdickten gelblichen Wänden, läuft entweder grade zum After oder macht doch nur eine Schlinge und der After liegt hinten; so auch bei Halicryptus, um dessen Schlund Saenger 18 kuglige Drüsenschläuche fand.

Auch bei den Gephyrei chaetiferi ist eine vordere Verlängerung des Körpers mit dem Namen des Rüssels bezeichnet worden; sie liegt aber

über dem Mund, ist nicht retraktil, gewissermaassen eine verlängerte Oberlippe. Es kommt ähnlich ein System von drei mit Wimpern besetzten äusseren Mundlappen bei den Larven von Phascolosoma vor, wovon neben einem weiteren Tentakelkranz bei Phascolosoma minutum die beiden dorsalen zu persistiren scheinen.

Bei Bonellia erscheint dieser Rüssel gegen den rundlich zusammengezogenen Körper sehr lang und fein und theilt sich vorn in zwei Lappen, welche von dem in Bryozoenbauten, zwischen Muscheltrümmern, oder in Schneckenhäusern versteckten Thiere weit in's Wasser vorgeschoben und blitzschnell zurückgezogen werden und mit welchen die Thiere auch sich in ihren Wohnsitzen festhalten. Auf der Bauchseite des Rüssels führt eine Wimperfurche zum Munde. Der Darm ist acht bis neunmal so lang als der Körper; der After liegt hinten. Da man die Bonellien immer weiblich findet, hat Kowalevsky die Vermuthung ausgesprochen, es möchten 1½—2 mm. grosse, wimpernde, Planarien ähnliche Körper im Ausführungsgang der weiblichen Geschlechtsorgane die Männchen sein. Diese hätten dann einen afterlosen einfachen Darm.

Fig. 62.



Bonellia viridis Rolando, von Palma de Mallorka.
a. Gabelende des Rüssels. b. Rinne, welche der Rüssel zu formen im Stande ist. c. Basaler Mund. d. Die schwärzlich, röthlich und weiss durch den leicht geringelten, chlorophyllgrünen Leib durchscheinenden Eingeweide.

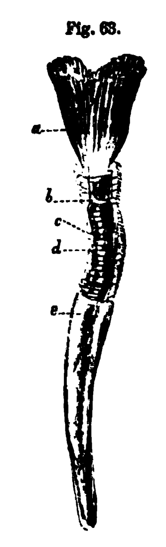
Die Gephyrei leben zum Theil ersichtlich von Pflanzen. Einige sitzen gerne an den Wurzeln grosser Tange; sie bringen aber wohl auch allerlei feinen Sand, Meeres-detritus und infusorische Thierchen in ihre Verdauungshöhle, welche nicht selten parasitische Nematoden enthält.

Die Umbiegung des Darmes zum After nach vorn bei vielen Gephyrei ist ein Charakter, welcher, bei den Würmern vereinzelt, viel gewöhnlicher den Mollusken zukommt und wesentlich dazu geführt hat, diesen die Molluskoide zuzutheilen. Die Gephyrei, mit der Andeutung der Ganglienkette, namentlich bei Echiurus, als artikulirte Würmer erscheinend, sind ganz besonders angethan, die Gränzen zwischen Würmern und Mollusken, aber auch Echinodermen zu verwischen.

Für jene Umkehr des Darmkanals reiht sich ihnen Phoronis an, deren Entwicklung von Kowalevsky mit der des Amphioxus und anderer für den Invaginationstypus zusammengestellt wurde, und welche vielleicht von P. J. van Beneden als Crepina*) beschrieben wurde. Der Leib ist zylin-

*) crépine = Franzen.

Fig. 63.



Crepina gracilis van Beneden, aus dem Kanal, auf Austerschalen sitzend; etwa 6mal vergrössert. a. Der Kranz von etwa dreissig Tentakeln. b. Die Querverbindung der, rothe Blutkörperchen führenden, arteriellen und venösen Gefässe. c. Die wimpernde Haut. d. Der Darm. e. Die zarte membranöse Scheide, in welcher der Wurm lebt. Nach van Beneden.

drisch ungegliedert, ohne Borsten, der Mund terminal von einem Kranze umgeben, welcher von 24—40 langen, wie die ganze Oberfläche mit steifen, nicht wimpernden Haaren besetzten und von einem mit rothem Blute gefüllten Gefässe durchzogenen, einfachen Tentakeln gebildet wird. Dieser Kranz biegt nach Kowalevsky an der Rückenfläche von beiden Seiten her nach innen schleifenförmig um. Wie am Embryo der Mund zwischen fünf warzenähnlichen Fortsätzen durchbricht, so kann er auch nach Abfall eines Tentakelkranzes und vorübergehendem Abschluss des Körpers an dieser Stelle zwischen neu gebildeten Tentakeln neu entstehen. Der Darm durch seine gelbliche Farbe erkennbar, zeigt keine weitere Ausrüstung noch Abtheilung. Er mündet, mit einer hinteren Schlinge umbiegend, ganz vorn am Rücken vor der Tentakelschlinge, was van Beneden verborgen geblieben ist, so dass er die Gegenstellung gegen die Bryozoen festhielt. Diese Würmer stecken in einer zarten häutigen Scheide in Gesellschaft von Sandwürmern und anderen auf Muschelschalen und dergleichen angeklebt, entfalten ihre Tentakelkrone und ziehen sich erschreckt blitzschnell in ihre Gehäuse zurück.

Fig. 64.

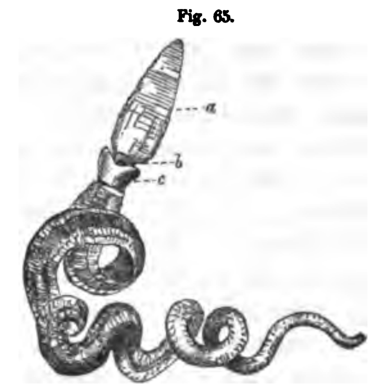
Polygordius lacteus Schneider, von Helgoland, etwa $1\frac{1}{2}$mal vergrössert. a. Fühler. b. Ganglien. c. Wimpergruben. d. Mund. e. Mit Zacken umstellter After. Nach Schneider.

Als eine Uebergangsform zwischen Nematoden, Turbellarien und Anneliden erscheint die von Schneider entdeckte auf dem Meeresgrunde verkneuelt sich verkriechende Gattung, Polygordius, welche, obwohl Schneider sie als gegliederten Gordius den Nemathelminthen angereiht hat, uns in den meisten Punkten gewissen Süsswasser bewohnenden Oligochäten, Naiden, sich anzuschliessen scheint. Der Mund bildet vorn einen dreieckigen Spalt, er ist überragt von zwei beweglichen Fühlern und rechts und links von ihm stehen zwei an die Wimperrinnen der Nemertinen erinnernde Wimpergruben. Der Darm wimpert inwendig; er scheint längs der Rückenlinie und der Bauchlinie mit einem Mesenterium befestigt, zieht einfach nach hinten zu dem von acht Zacken umgebenen After und markirt bereits im Vordertheile, wo das die Haut noch nicht thut, durch Einschnürungen und Dissepimente die Segmentirung. Der vordere Darmtheil, das Speiserohr, kann, wie es scheint, vorgestülpt werden, wodurch am Munde ein Wulst erscheint.

Die Thiere scheinen, durch Warzen nahe dem Hinterende befestigt, im Wasser pendelnd, oder, sich vorstreckend und zurückziehend, ihre winzige Nahrung zu gewinnen.

Eine Zwischenstellung von den Würmern zu den Aszidien und Mollusken nimmt Balanoglossus ein, um dessen Beschreibung Kowalevsky und Al. Agassiz die grössten Verdienste haben. Am einen Ende des wurmförmig gestreckten Körpers ist ein abgeschnürter Theil als Rüssel benannt worden, hat aber wenigstens direkt nichts mit der Nahrungsaufnahme zu thun, sondern lässt an einer terminalen Oeffnung Wasser eintreten, welches durch eine basale, oberhalb des Mundes liegende, abfliessen oder durch den Mund in den zweiten Körperabschnitt übertreten kann. Dieser Rüssel ist dadurch schwellbar und dient vorzüglich der Bewegung. Er wird an der Basis aufgenommen von einem stempelartigen drüsenreichen Kragen, unter dessen Vorderrand die Mundöffnung liegt. Der Darm läuft grade nach hinten zu einem terminalen After, ist in der dorsalen und ventralen Mittellinie befestigt, hinter dem Kiemenkorbe mit braungrünen flimmernden Leberanhängen versehen, welche namentlich in der Kiemenregion beim B. clavigerus und minutus des Mittelmeers, aber nach Willemoes Suhm nicht bei B. Kupferi der Ostsee Aussackungen bilden, und durchzogen von einem Netzwerk von Flimmerkanälen, welche von zwei Längsstämmen ausgehen. Die Mundhöhle enthält zahlreiche einzellige Schleimdrüsen. Auf dem Rücken des Darmanfangs liegt eine Reihe von quergestellten, nach hinten verkleinerten Wülsten, Kiemen, überdeckt von der mit zwei Reihen Oeffnungen, den Kiemen entsprechend, durchsetzten Rückenwand. In den Kiemenraum tritt das Wasser durch Spalten von Anhangshöhlen des Darms aus, beiderseits zwischen den Wülsten. Die hinteren Leberblindsäcke sind gewissermaassen blind gebliebene Kiemenhöhlen des Darms.

Fig. 65.



Balanoglossus Kowalevskyi Al. Agassiz, von Neu-England, vom Bauche gesehen, etwa doppelte Grösse. Nach Al. Agassiz.
a. Rüssel. b. Mund. c. Kragen.

Die Analogie mit dem Kiemenkorbe und den Schlundspalten der Wirbelthiere erhöht sich dadurch, dass die Kiemensäcke des Munddarms durch Chitinstäbe gesondert und diese durch ein System von Längsstäben zu einem Korbe verbunden sind. Wenn in Folge dessen von Häckel der Balanoglossus, oder die von Gegenbaur auf ihn begründete Klasse der Enteropneusta, eine ausgezeichnete verwandtschaftliche Stellung zu dem Stammbaum der Wirbelthiere und des Menschen angewiesen erhalten hat,

so darf man dabei nicht verschweigen, dass jene Kiemenstäbe als chitinige Hautausscheidungen, welche bei Wirbelthieren nie vorkommen, eine Homologie nicht begründen, eher ausschliessen. Agassiz glaubt durch die Einrichtungen einiger Röhrenwürmer, einen Rüssel über dem Munde bei Artacama und einen Halskragen ohne alle Kopfanhänge bei Myriochile einerseits und die Anwesenheit von Magentaschen, welche zum Rücken aufsteigen, bei einigen Nemertinen andererseits, in Verbindung mit der Entwicklung, eine Stellung des Balanoglossus zwischen Anneliden und Nemertinen gegeben. Vielleicht wäre eine Homologie zu gewinnen mit acephalen Mollusken, bei welchen in Verwachsung von Mantelrändern und mit Fenstern durchsetzten Kiemenblättern, unter Inanspruchnahme des vom Mantel umschlossenen Raumes unter dem Bauche mit für die Nahrungszufuhr, wenn auch etwas entferntere Beziehungen zwischen Kiemenkorb und Verdauungshöhle eintreten. Man müsste sich dann das Muschelthier, statt mit dem Darmende nach dem Ingestionssipho zurückkehrend, gestreckt denken und die zum Munde führende Kiemenkammer als Anfang der Verdauungshöhle.

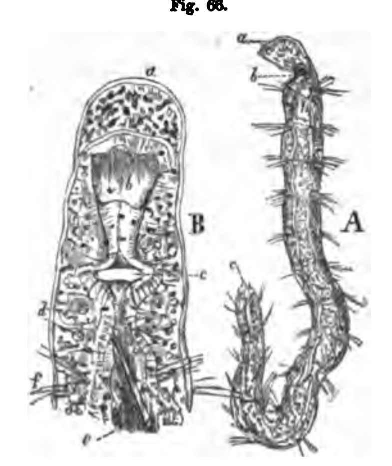
Aus der verwickelten Betrachtung solcher hierhin und dorthin vermittelnden Formen kommen wir zu einer wohlthuenden Ruhe, wenn wir uns zu den Anneliden im engeren Sinne, den Borstenwürmern, Chaetopodes, Chaethelminthes, wenden. Diese sind im Allgemeinen sehr gut symmetrisch, sehr deutlich und bis in die innersten und wichtigsten Organe metamerisch gegliedert, meist vorzüglich homonom und mit auf Fussstummeln stehenden Borsten, chitinigen Hautabscheidungen, ausgerüstet, jedoch auch nicht so sicher, dass nicht die genannten Merkmale, einzeln oder zu mehreren, hier und da, abgeschwächt und verwischt sich zeigten. Der Verdauungskanal hat den Mund stets nahe dem Vorderende, wobei jedoch, wie bei den Hirudineen, und wegen der gewöhnlichen Entwicklung von besseren Augen und Fühlern am Kopfe in einer diesen überlegenen Weise, der Mund von dorsalen Entwicklungen der ersten Segmente überragt sein kann; der After liegt am Hinterende des Thieres. Die Länge ist selten erheblich reichlicher als die des Körpers, so ist der Darm meist gestreckt oder doch nur mit unbedeutenden Windungen versehen, bei Terebella und Dujardinia. Am ersten bildet er noch eine rücklaufende Schlinge hinter einem stärker entwickelten umdrehbaren muskulösen Schlunde, Pharynx; ausnahmsweise finden sich bei den Chlorämien zahlreiche Schlingen. Der Darm ist metamerisch, in den Zahlen entsprechend den Ringen des Hautschlauches, soweit nicht ein vorderer Theil ungegliedert bleibt oder der Pharynx eine Anzahl Segmente in Anspruch nimmt, eingeschnürt und durch Dissepimente befestigt, in welchen wohl auch das Arbeiten von den Darm hin und her ziehenden Muskeln bemerkt werden kann. Die weitere Organisation des Verdauungsapparates, namentlich in Betreff der Gegenwart besonderer Hülfsmittel zu etwaiger Prüfung und zur Bewältigung der Nahrung, steht in Beziehung zur

übrigen Organisation, derart, dass umherschwärmende mit erheblichen Sinnesorganen und kräftigen Bewegungswerkzeugen ausgerüstete Errantia, Nereidae, im Allgemeinen durch Rüssel, Kiefer, Dolche und dergleichen zugleich als Raubwürmer, Rapacia, charakterisirt sind, während die in Röhren oder ähnlichen Wohnsitzen lebenden Tubicolen, aber auch die trägbewegten Oligochäten mit unvollkommneren Mundwerkzeugen mehr als Schlammfresser, Limivora, auftreten, mit welchen beiden Namen Grube zunächst nur die Polychäten eintheilte. Unter denen ohne besondere Ausrüstung des Mundes und Schlundes sind die Oligochäten durch die geringere Entwicklung des Borstensystems in der Weise ausgezeichnet, dass die besonderen, die Borsten tragenden, Fussstummel der Höheren ihnen abgehen, auch häufig die Borsten selbst spärlich und von geringer Grösse sind, während die Röhrenbewohner, Tubicoles Cuvier, Sédentaires Lamarck, Serpuleae Savigny, kurze Fussstummel, meist mit Hakenborsten haben und so den Errantia, Dorsibranches Cuvier, Antennées Lamarck, Nereideae Savigny mit mächtigen Fussstummeln und meist mannigfaltigen, besonders auch in fächerartiger Entfaltung theilweise zu Rudern beim Schwimmen brauchbaren, Borsten näher kommen. Die bei den Vagantia im Allgemeinen steigende Entwicklung des Kopfes und andererseits die besondere Anpassung einiger vorderer Segmente, auch verschmolzen zu einer Kopfscheibe mit einem Tentakelkranze bei den Tubicolen, und die daraus resultirende, auch in den Füssen sich verrathende Heteronomie gehen nicht so vollkommen parallel jener höheren und niederen Entwicklung der Mundwerkzeuge und Füsse, dass die Eintheilung in Oligochaeta und Polychaeta und die der letzteren in Tubicolae oder Sedentaria und Nereidae oder Errantia nicht durch vermittelnde Formen abgeschwächt würde.

Wir beginnen mit den Oligochaeta, oder Oligochaetae, welche Claparède in Terricolae, Regenwürmer oder Erdwürmer und Limicolae, Sumpfwürmer, eingetheilt hat. Die Limicolen sind von den Terricolen durch den Mangel eines muskulösen Magens unterschieden. Ihr Verdauungsapparat wird gebildet von einem muskulösen Schlundkopf, Pharynx, gleich hinter dem Munde, einem Speiserohr, Oesophagus, und einen durch dunkle „Leberzellen", bei den verschiedenen Arten von ungleichen Stellen an beginnend, bedeckten Darm. d'Udekem hat diese Zellen als einzellige Darmdrüsen betrachtet; Claparède, welcher sie in grösserer Verbreitung an den Gefässen fand, nimmt sie eher als Auskleidung der Perivisceralhöhle, des Coeloms, so dass sie ihren Inhalt in diese ergössen. Sie scheinen Sammelstellen der für Ernährung des Körpers verarbeiteten Stoffe. Der Mund wird überragt von unvollkommenen zur Oberlippe verbundenen Segmenten. Diese Oberlippe kann sich in einen langen, fadenförmigen, zierlich spielenden Tentakel oder Rüssel ausziehen, bei Nais und Euaxes (Rhynchelmis). Die Oberlippe und der Mundumkreis können stark wimpern.

Die meisten leben im süssen Wasser, zuweilen in der lichtlosen Tiefe der Brunnen; man findet in ihrem Darm mancherlei infusorische Pflanzen, so dass die Thiere, welche zum Theil rothes Blut haben, bei durchsichtiger Körperwand ganz bunt erscheinen, so Aeolosoma. Die Naiden stecken gerne im Schlamme, welcher der Unterfläche von Steinen anklebt und die Tubifex machen sich darin bleibende Gänge, wohl durch Hautabscheidungen die Schlammtheilchen befestigend. Dass einige Formen, Arten von Tubifex, Heterochaeta, Ctenodrilus, in der See vorkommen, hat schon O. F. Müller gewusst, Claparède sicher gestellt. Nicht wenige leben zwischen Moos, in Gartenerde und an ähnlichen feuchten Plätzen; solche kommen in den Borsten den Regenwürmern näher und sind von Oersted als Zwischengruppe der Lumbricillae zwischen Terricolae und Naides gestellt worden. Auch ihre Lebensweise nähert sie den Regenwürmern, aber die anatomische Beschaffenheit, namentlich auch das Gefässsystem, den Naiden und anderen Limicolen. Die Gattung Chaetogaster lebt parasitisch an Süsswasserschnecken; ich habe sie auch an den Süsswasserkrabben, Telphusa, des Arno gefunden. Nais vermicularis dringt in die Kiemenhöhle und Niere von Süsswasserschnecken ein.

Fig. 66.



Aeolosoma quaternarium Ehrenberg aus dem süssen Wasser.
A. Das ganze Thier etwa 10mal vergrössert.
a. Wimpernde Oberlippe. b. Mund. c. After.
B. Vordertheil etwa 80mal vergrössert. a. Oberlippe. b. Wimpernder Mundtrichter. c. Muskulöser Schlund. d. Die das Coelom durchsetzenden, die Darmwand an der Leibeswand befestigenden Dissepimente. e. Der wimpernde Darm, Desmidiazeen und Aehnliches enthaltend. f. Borsten.

Bei den Regenwürmern setzt sich der Kopflappen etwas gegen den Mund ab und geht ihm, sich scharf zuspitzend, beim Graben voran. Indem die Muskulatur der Mundwand sich netzförmig mit dem Hautschlauch verbindet, ist der vorderste Abschnitt des Verdauungsrohrs sehr kräftig und erweiterbar, aber wenig verschiebbar. Auch hat die Unterlippe ihre besondere Muskulatur. Am Nervenschlundring im dritten Segment geht die Mundhöhle in den Schlundkopf über, dessen Muskelmassen das Speiserohr hauptsächlich dorsal umlagern; dann folgt bis in das dreizehnte Segment die dünne, zum grossen Theil drüsige, Speiseröhre, stets leer von Nahrungsmitteln. Im elften und zwölften Segmente trägt sie im Ganzen drei Paar Auftreibungen, von welchen das erste rhomboedrische milchweisse Krystalle von kohlensaurem Kalk enthält, in Vorkommen und chemischer Beschaffenheit etwa vergleichbar den Krebssteinen in den Nebensäcken des Krebs-

magens, die anderen aber einen Brei, wahrscheinlich der gleichen Substanz. Die in die Speiseröhre entleerten Absonderungen dieser Drüsen liegen zuweilen in taschenartigen Erweiterungen. Claparède meinte, diese Kalkkonkretionen für das Zerreiben der Nahrung in Anspruch nehmen zu sollen. Indem die Füllung des Darms mit Erde ganz zu trennen sei von der Nahrungsaufnahme, nur in Beziehung stehe zum Bohren, liege in dem Bedürfniss von Kalkdrüsen für den gedachten Zweck nichts Widersinniges. Wenn man Pflanzenfasern im Magen finde, seien sie mit jenen Kalkkörperchen gemischt. Die Speiseröhre erweitert sich endlich zu einem Aufnahmeraum, dem Kropfe, es folgt diesem der Muskelmagen als dicker, schräger, weisser Ring und dann, vom achtzehnten Segmente an, der eigentlich verdauende Darm. Ausser dem Epithel, der Gefässschicht, der Rings- und Längsmuskelschicht hat dieser Theil ganz aussen einen dicken, grünlichen Ueberzug, Chloragogenschicht Morren's. Ausserhalb deutlichster Muskellager des Darms gelegen, darf ganz sicher diese fast zottige Schicht nicht als eine Entwicklung einer Leber aus einem inneren Darmepithel betrachtet werden. Viel eher würde sie einer Milz oder anderen Blutdrüsen homologisirt werden können. Ein Längswulst der Darmwand ragt, von der dorsalen Mittellinie aus, in den Darmhohlraum hinein, fast ein zylindrischer Stab, aber etwas längsfaltig, Typhlosolis Morren's, Intestinum in intestino Willis', von Claparède mit der Darmspiralklappe gewisser Fische verglichen, das Rückengefäss tragend.

Die Familien, Gattungen und Arten der durchweg marinen, theils tubicolen, theils frei schwärmenden polychäten Anneliden haben sich durch die Forschungen der letzten beiden Jahrzehnte ungemein vermehrt. Wenn man früher einiges Abweichende oder Vermittelnde der einen oder anderen der beiden Ordnungen oder Unterordnungen zufügen konnte, ohne die überwiegend nach sehr vollkommenen rückenkiemigen Nereiden und scharf entgegengesetzten, solide Röhren bewohnenden, Kopfkiemern gemachten Bilder und diese Gegensetzung zu stören, so giebt es jetzt des Vermittelnden und Abweichenden soviel, dass neben jenen immer in der Vertretung bevorzugten Gruppen eine Menge anderer im Prinzipe von ebenso hohem Werthe erscheinen. Ehlers hat vorgeschlagen, zwischen Nereidea und Serpulea eine Ordnung der Ariciea einzusetzen. Jedenfalls sind neuere Formen mehr dazu angethan, die ganze Polychätengruppe in der Weise mit der der Oligochäten verbunden zu denken, dass zunächst eine Erhöhung der Organisation eintreten musste, ehe durch Differenzirung für die einzelnen Segmente die maassgebenden kopfkiemigen Tubicolen entstehen konnten, und dass eine solche Organisationshöhe bei den mehr homonomen keineswegs überall erreicht wurde. Es ist durch die Bildung einer dritten Ordnung dabei nicht viel genützt; mehr durch die Erkenntniss, dass die kapitibranchen Tubicolen weder wegen der Differenzirung im Allgemeinen höher stehen

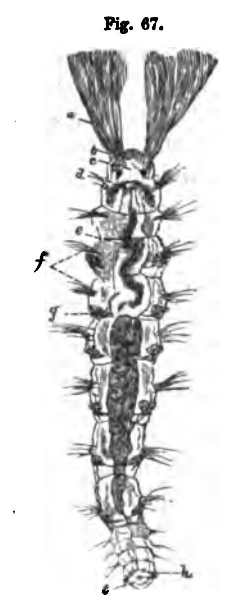
als die dorsibranchen, noch wegen der mit sessilem Leben auch sonst verbundenen Verkümmerung der Sinnesorgane und der Bewegungsorgane durchaus tiefer, sondern dass sie eine von einer mittleren Organisationshöhe abgezweigte, besonders spezialisirte Ausführung darstellen. Es geht daraus hervor, dass man die nieder organisirten, nicht kapitibranchen Formen ebensowohl in eine Reihe mit den dorsibranchen stellen könnte als mit den kapitibranchen, vielleicht sogar bequemer in erstere Verbindung, da sich das gleichmässig Ausgebildete leichter aus dem Niederen ableiten lässt als die an den Theilen ungleichartige Entwicklung. Für die Zusammenordnung der niederen Formen mit den Kapitibranchen spricht dagegen das gleichmässige Leben an geschützten Plätzen, die niedere Organisation beider für Sinnesorgane, mit scheinbarer Ausnahme der Augenmenge in ungewohnten Verhältnissen z. B. des Polyophthalmus, wo aber auch grade wieder die Menge und der Mangel der Differenz den niederen Stand anzeigt, und die Aehnlichkeit zwischen den weniger ausgebildeten Bewegungswerkzeugen und den zum besonderen Dienst in den Röhren benutzten Fussstummeln und Borsten. Es können freilich auch recht niedrig stehende Würmer ausgezeichnet frei leben. Von diesen ist Polyophthalmus durch die Wimpergruben neben dem Munde oder auch Ophelia durch Wimperknöpfchen daselbst dem Ctenodrilus unter den limicolen Oligochäten nahe, an welche auch bei anderen der Mangel der Fühler, oder deren Unvollkommenheit und Beschränkung, die Kleinheit der Fusshöcker, die Vertretung der Borsten nur an einem Theile des Körpers sich anlehnen. Es würde zu weit führen, hier auf die Einzelheiten einzugehen.

Die Tubicolen haben öfter einen vorstülpbaren Schlund oder Rüssel, dann folgt der Oesophagus, welcher bei Phyllochaetopterus blau ist; am vorderen Theile des Darms ist die weitere Magenpartie, Leberregion, durch Leberzellen häufig braun, orangefarben oder gelb, auch erst grün und dann gelb und hier liegen solche Zellen doch wohl mehr innen; der Darm ist hinten heller und enger. Bei Spirorbis fand ich den Darm auf der Innenfläche und seine Aussenwand gegen das Coelom lebhaft wimpernd, so Claparède die Innenfläche bei Polydora. Bei Terebella unterscheidet Quatrefages in der Oesophagealpartie, nach ihm dem Rüssel, wie bei vielen frei schwimmenden, die drei Partieen, pharyngienne, moyenne und oesophagienne, aber die bei jenen gewöhnliche Zahnbewaffnung des mittleren Theils fehlt; in der Regel ist der Unterschied dieser Regionen verkümmert. Der Verdauungskanal ist durch Dissepimente befestigt, von welchen die vorderen den Kopfhohlraum abschliessenden, bei Ophelia für blinde Darmanhänge oder Speicheldrüsen angesehen worden sind, während sie nur durch Abschluss von Irrigationshöhlen den Kopflappen steif zu machen erlauben. Der Mundrand kann gefältelt sein und ein vorstreckbarer Rüssel sich in zahlreiche Lappen verästelt zeigen, bei Aricia, Theodisca und anderen. Bei

der Pherusiergattung Stylarioides und den Siphonostomeen ist nach Claparède eine darmähnliche Anhangsdrüse mit der Mundhöhle verbunden, mit dem blinden Ende bis an den Magen reichend, schwarzgrün, der Gastro-oesophageal-Blindsack delle Chiaje's, während ein anderes Drüsenpaar, welches zahlreiche sphärische, feste, den Harnkonkretionen der Mollusken vergleichbare Absonderungen liefert, nicht in die Mundhöhle, sondern nach Aussen mündet. Diese Organe sind öfter missverstanden worden.

In den einzelnen Familien der Tubicolen verhält sich von hier in Betracht Kommendem namentlich verschieden die Sonderung des Kopflappens vom Mundsegment, die Vertretung der Borstenbündel oder Paleenkämme am Mundsegment, die Ausrüstung des Mundes mit Mundfühlern, welche bei den Terebelliden zum Ergreifen der Beute dienen. Während die stärkere Ausbildung des Kopflappens und dessen Ausrüstung mit Fühlern und Augen in einigen Familien zu den Nereiden hinführt, in anderen auch wohl, in der Jugend deutlicher, später zurückgebildet wird, ist bei der ausgezeichneten Gruppe der Serpuliden bei geringer Entwicklung des Kopflappens das Mundsegment ringsum, aber stärker ventral, zu einem zurückgeschlagenen Kragen ausgebildet, ausserdem aber dorsal, unter dem Kragen hervor, zu zwei rechts und links sich erhebenden Lappen, welche manchmal asymmetrisch, so bei der grossen Spirographis, rechts viel stärker, gegen die Mittellinie des Bauches jeder für sich spiralig eingerollt sind und so am Bauche hufeisenartig eine grössere Kluft zwischen sich lassen, während sie am Rücken nur durch einen schmalen Spalt getrennt werden. Diese Lappen tragen bei Spirographis vorn eine Rinne, nach Innen eingefasst von einem niedrigen Saume, nach Aussen von einer Reihe langer neben einander eingesetzter Fäden, welche zusammen entfaltet die Wand eines Trichters bilden, in welchen ihre Wimpern einen lebhaften Strom Wasser führen. Die Fäden sind an der Basis schirmartig mit einander verbunden, an der Innenkante ausgefasert; es wachsen fortwährend am Ende der Lappen neue nach. Bei Spirographis elegans von Spezia zähle ich an einem Thiere, welches ohne den Schirm etwa 15 cm. misst, links etwas über fünfzig Fäden, rechts über hundert und siebzig, von welchen die grössten 5—6 cm. messen, die letzten kaum noch mit Millimetern bestimmt werden könnten. Die geringere Entwicklung des linken Lappens stellt ein Zurückbleiben im Wachsthum dar. In einen solchen Trichter werden andere Würmer selbst bis zu einem Centimeter Länge hineingezogen, umstrickt und gefressen. Die Fäden können stärker gefiedert, sie können zu einem Schirme verbunden sein. Bei kleineren Formen, Spirorbis, Filigrana, sind die Fäden spärlich, etwa zu viert jederseits; da sie dann starke Aeste tragen können, sind die Stämme eher den Lappen der Sabelliden zu vergleichen, welche dann in mehreren Paaren statt in einem erscheinen, dagegen viel weniger Fäden oder Aeste tragen würden. Diese Organe des

Fig. 67.



Fabricia sabella Ehrenberg, von Cette: etwa 20mal vergrössert. a. Die Kopfkiemen. b. Der Mundlappen. c. Der Stirnzapfen, daneben die vorderen Augen. d. Der Mund, daneben die Munddrüsen. e. Der Magen. f. Die dorsalen Borsten. g. Die ventralen Krallen. h. Die Augen des hinteren Paares. i. Der After.

Kopfes wachsen erst einfach gleich gewöhnlichen Fühlern aus und treiben später Knospen. Ausser der Speisezufuhr dienen die Tentakelkronen der Athmung. Zierlich gleich Federbüschen entfaltet, sind sie gewöhnlich mit bunten Farben geringelt, bei Branchiomma, Psygmobranchus, Protula und anderen mit mehr oder weniger vollständigen Augen ausgerüstet, welche jedoch bei diesen Gattungen, gegenüber den blinden, mehr für das allgemeine Verhalten des Körpers als für das Besondere der Nahrungsergreifung maassgebend zu sein scheinen, indem diese sehenden Tubicolen sich bei Störung des Lichtzutritts blitzschnell in ihre Höhlen zurückziehen. Doch mag auch dieses Zurückziehen, selbst der Verschluss eines soliden Rohrs durch einen einerseits von einem Tentakel neben dem Schirme gebildeten Deckel oder seltener symmetrisch durch zwei solche Deckel, die Bewältigung von in den Trichter gelangter Beute fördern. Der After liegt überall hinten. Man findet aber bei den Sabelliden sehr gewöhnlich auf der Mittellinie des Bauches auf der Haut eine Furche, in welcher Wimpern nach vorne treiben. Diese Furche wird entweder vorn verstrichen und fehlt so bei Spirographis den neun vorderen Segmenten oder schlägt sich um die rechte Seite auf den Rücken. Sie ist eine, den hinten im Rohre steckenden Thieren sehr dienliche, Kothstrasse. Die in ihr vorangetriebenen Exkremente fallen bei Austritt des Wurms mit seinem Kranze aus der Röhre entweder am Bauche ab oder werden am Rücken hinter dem Tentakelkranze weggespült, sie kommen also durch jene Einrichtung nicht mit der Nahrung in Vermischung. Bei den Serpuliden, welche dieser Rinne entbehren, wimpert dagegen der ganze Bauch.

Bei den frei schwimmenden Polychäten, den Errantia oder Nereidae, ist der vordere Theil des Speiserohrs meist, aber nicht bei den Amphinomeen, vorstülpbar und entweder mit fleischigen Hervorragungen, Papillen, oder besonderen, als Kiefer u. s. w. geformten, Chitinstücken ausgerüstet, welche dann am Eingange wirksam werden. Wir müssen die Besprechung der vor dem Munde am Kopflappen, Praestomium Huxley, liegenden, etwa dem Munde dienenden, Palpen im Vergleiche mit den Antennen und die der am Mundsegmente selbst stehenden Tentakularfäden später mit der der Anhänge der Annelidensegmente überhaupt verbinden.

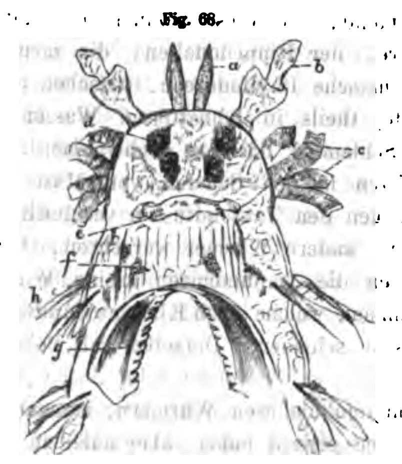
Quatrefages hat den Anfang des Verdauungsrohrs für alle Polychäten Rüssel genannt und an diesem, wie angedeutet, drei Partieen unterschieden: die pharyngeale, die mittlere, welche den Namen der zahntragenden nicht immer verdient, vielmehr bei den Syllideen drüsig ist und von Oersted Proventriculus genannt wurde, und den eigentlichen Oesophagus, den Magen Rathke's, dessen Drüsen ihm Speicheldrüsen sind. Bestimmte Motive für die Wahl zwischen diesen Benennungen sind kaum zu finden; namentlich ist es nicht zulässig, um der Anwesenheit harter Kauwerkzeuge willen den Regionen eine gewisse Bedeutung beizumessen, da solche nach dem Vergleiche mit anderen artikulirten Thieren an verschiedenen Stellen des vorderen Theils des Verdauungsapparates sich finden können. Auch ist die Anwendung des Namens Rüssel dann nicht passend, wenn eine Vorstülpbarkeit nicht gegeben ist; man würde demnach besser thun, den Theil, welcher zum Verschlingen gebraucht wird, Speiseröhre zu nennen, mit dem Zusatz, dass diese meist, aber nicht bei den Syllideen, durch Umdrehung rüsselartig vorgebracht werden und dass sie einen muskulöseren Schlundkopf bilden kann. Die Vorbringung eines Rüssels geschieht durch die Kontraktion des Körpers, wodurch zugleich der flüssige Inhalt der Körperhöhle zwischen die Doppelwand des vorgestülpten Speiserohrs getrieben wird, so dass dieses in der Vorstreckung geschwollen, keulenförmig, von grösserem Durchmesser als der Leib selbst erscheinen kann und durch diese Steifung seine Bewaffnung eine feste Grundlage bekommt. Das Zurückziehen besorgen besondere Muskeln.

In verschiedenen Familien kann einzelnen Gattungen oder Arten jede Bewaffnung des Rüssels mit festen Stücken fehlen, so einigen Hermionearten, den Phyllodoceen, den Alciopeen, den Amphinomeen, den meisten Hesioneen, der Pontogenia, der Anoplosyllis, der Tomopteris und anderen. Schärfere Ausrandungen und Pigmentflecken sind erste Andeutungen der Bewaffnung. Diese ist bei mehreren Syllideengattungen nur eine Spitze, ein Bohrer, ein Dolch, so bei Sphaerosyllis, Paedophylax, Grubea; bei Odontosyllis ein mehrzahniger Schaber oder Kamm, bei Trypenosyllis und Autolytus ein Kranz kleiner Zähnchen.

Häufig, so bei den meisten Lycorideen und einem Theil der Aphroditeen bildet sich am Rüssel ein Paar, bei den Glycereen noch ein zweites Paar von grossen Chitinstücken, sogenannten Zähnen, welche wieder mit Zähnchen, bei Nereis caudata in Zahl von je fünfzehn, gesägt sein können, aus. Bei den Euniceen finden sich mehrere Paare, bis zu fünfen, und die Zähne des letzten Paares legen sich zu einem medianen Stücke zusammen. Man hat für solche Stücke die Ausdrücke Oberkiefer, Unterkiefer, Unterlippe von den Insekten entlehnt. Bei Sthenelais ctenolepis sind nur die letzten Stücke vertreten, hart gegen einander gewölbt, aber nicht verwachsen, im vorderen Theil scharf gesägt. Es ist nicht gut, solche Stücke mit Rücksicht auf die jeweilige

Härte als knorplig oder hornig zu bezeichnen, wie das Quatrefages gethan hat. Knorpel und Horn sind Gewebe aus Zellen gebildet und von bestimmter Qualität und haben keine Gemeinschaft mit Chitinabscheidungen verschiedener Härte. Bei den Euniceen steckt der gewaltige Zahnapparat in einer Tasche unter dem Speiserohr, wodurch er sich der Radula der Schnecken nähert und die erfasste Nahrung bequem in den Schlund bringen kann, ohne, wieder eingestülpt, deren Durchtritt zum Magen in dem Weg zu treten. Bei ihnen und anderen findet sich ausser den Kiefern und bei den Nephtydeen ohne solche eine Bedeckung der Rüsselwand mit kleinen Chitinstücken, den Paragnathen, welche gerne auf Streifen oder Felder beschränkt sind, bei Staurocephalus Chiaji wenigstens dreihundert an Zahl und gezackt wie Zähne von Haifischen oder Raubsäugern.

Fig. 68.



Nereis Dumerilii Audouin und Milne Edwards; aus la Spezia. Vorderende etwa 12mal vergrössert. a. Mittlere Antennen. b. Seitliche Antennen. c. Vier Paar Mundfühler, abgetastet. d. Zwei Paar Augen. e. Die Paragnathen, Kieferspitzchen in Gruppen, auf der dorsalen Wand der Mundhöhle. f. Solche auf der ventralen Wand. g. Die Hauptkiefer. h. Die Borstenhöcker und Cirren.

Der Rand des vorgestülpten Rüssels kann tentakelartig ausgeschnitten sein und Claparède wies nach, dass die inneren Rüsselpapillen bei Nephthys scolopendroides sehr nervenreich sind. Die Muskulatur des Rüssels, nach Ehlers des Magens, ist bei den Seeraupen, Aphrodite, kolossal. An dem in der Bewaffnung beschränkten Rüssel der Syllideen folgt ein deutlicher Drüsentheil, bei Autolytus z. B. mit 25—28, bei Syllis simillima mit 70, bei Syllis hamata mit 80—90 Querreihen von Drüsen, der Vormagen Claparède's. Aber auch vorher liegen hier und bei anderen zahlreiche Speicheldrüsen und bei Arten von Hermione scheinen Drüsenschläuche die Bewaffnung zu ersetzen. Es hat mir geschienen, dass in den Wechselgenerationen der Syllideen der Dimorphismus auch die Verdauungseinrichtungen und vielleicht zuweilen selbst die Mundbewaffnung treffe. In der Lebergegend oder dem Magen bildet das Darmrohr bei den Aphrodite, Sigalion und Polynoe, die durch die segmentalen Einschnürungen gegebenen Taschen zu so langen Schläuchen aus, dass diese durch den Muskelschlauch auf dem Rücken unter die Haut steigen und dort wie Quatrefages meint, den Mageninhalt, wie bei Aeolidierschnecken, direkt der Athmung im umspülenden Seewasser aussetzen können: Phlebenterismus. Namentlich bei den Syllideen, aber auch bei Polynoe spinifera meint Claparède den hinteren, der Leberzellenfärbung entbehrenden Theil des

Darmkanals für die Harnabsonderung in Anspruch nehmen zu sollen. Bis zu 22 μ. (Tausendtel Millimeter) messende Zellen enthalten daselbst zahlreiche, gelbe, kuglige, oft zusammengewachsene Konkretionen, ähnlich denen in den Nieren anderer niederer Thiere.

Eine gesonderte Peritonealumhüllung, ausser dem Epithel mit eigenem bindegewebigem Lager, ist bei grösseren Anneliden ganz deutlich und vom Darm leicht abziehbar. Der Periviszeralraum lässt bei durchsichtigen, z. B. Sthenelais ctenolepis, die Wimperung erkennen. Die durch die segmentalen Dissepimente gebildeten Kammern in den einzelnen Metameren sind je wieder in zwei oder drei Abtheilungen getheilt. Der After liegt stets hinten, oft zwischen ausgezeichneten Analfäden, Cirren.

Die Errantia sind nur zu einem kleinen Theil, mit der Gruppe der Alciopeen, dauernd pelagisch schwimmend, und diese wohnen jung unter dem Schutze anderer pelagischer Thiere, der Rippenquallen; die meisten schwimmen etwa kurze Strecken, wie manche Phyllodozeen, kriechen aber im Allgemeinen auf dem Meeresgrunde, theils in lebhafterem Wasser an Felsen und unter Algen, theils im Schlamme oder in Hohlräumen von Schwämmen, Bryozoen; oder sie sitzen in den Schalen von Muscheln, Schnecken u. s. w., in ihren Bewegungen den Tausendfüssen vergleichbar. Dass Arten mit stark gezähnten Kiefern andere Würmer verzehren, habe ich gesehen. Nach Schmarda fressen die Amphinomeen kleine Weichthiere und weiden an weichen Schwämmen, welche auch Ehlers für Raubanneliden ein beliebtes Futter zu sein schienen. Derselbe sah Polynoe Thiere der eigenen Art fressen.

Wie wir vermittelnde Glieder von den niederen Würmern, namentlich den Nematoden, zu den Anneliden kennen gelernt haben, aber auch zu den Bryozoen und damit unserer Meinung nach zu den Molluskoiden, so giebt es auch Formen, welche von Einigen zu den Würmern gestellt, von Anderen eben so entschieden den Arthropoden angereiht werden. Ausser den schon oben genannten Rotiferen wäre hier den von Ehrenberg diesen beigeordneten Ichthydien, dem Echinoderes und dem Desmoscolex, Rücksicht zu schenken.

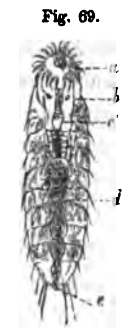
Desmoscolex minutus, von Claparède entdeckt, 0,19 mm. lang, hat achtzehn Segmente, von welchen das Kopfsegment vier, die übrigen mit Ausnahme des elften (nach Mecznikoff's Beschreibung, aber nicht nach seiner Zeichnung) und des fünfzehnten je zwei Borsten in der Art abwechselnd tragen, dass das zweite Segment eine am Bauch und eine links, das dritte Segment eine am Rücken und eine rechts trägt und so jedesmal abgewechselt wird, so dass die Borsten den ganzen Leib spiralig umziehen. An diesen Borsten ist ein Endstück abgegliedert, was Claparède bewog, die Gattung mit den Anneliden zu verbinden, bei welchen solche zusammengesetzte Borsten mit sehr verschiedener Gestalt des abgegliederten End-

stückes vielfach vorkommen. Mecznikoff wollte diese Borsten mehr den Arthropodenhaaren gleich stellen, aber Greeff's Meinung ist wieder für Claparède. Dem Munde folgt ein muskulöses Speiserohr und ein grader Darm, welcher am sechszehnten Segmente mit dem After mündet. Diese Lage des Afters und der Mangel der Wimpern spricht gegen Zugehörigkeit zu den Anneliden. Die Desmoscolex haben, wie die ganz behaarten Trichoderma, die Spicula an der männlichen Geschlechtsöffnung gleich den Nematoden, was allerdings wegen besonderer Geschlechtsborstenbündel der Nais und Chaetogaster auch zu den Oligochäten vermittelt. Die Aehnlichkeit mit myriapodischen Arthropoden wäre demnach nur äusserlich; von Gründen, die Thiere für Larven zu halten, hat Claparède nichts gefunden. Die Form würde die Meinung unterstützen, dass, trotz der auffälligen Formähnlichkeit durch die entwickelte Gliederung, die Anneliden den Arthropoden ferner stehen als die Nematoden. Desmoscolex nematoides Greeff hat übrigens siebenunddreissig, D. adelphus siebzig Ringel, wobei dann auch die Borsten sich anders verhalten.

Echinoderes, 1841 von Dujardin gefunden, seitdem von Leuckart, Claparède, Mecznikoff, Greeff wieder gesehen, ist mir auch in Porto-Pi bei Palma de Mallorka vorgekommen und ich habe diese Art als Echinoderes Sieboldii unterscheiden zu dürfen geglaubt. Greeff hat bewiesen, was schon Dujardin vermuthete, dass es, trotz der geringen Grösse von kaum 0,5 mm. und bei mir 0,38 mm. für die grössten, ein reifes Thier ist. Er fand nur weibliche Geschlechtsprodukte. Echinoderes hat elf oder mit dem vorderen einstülpbaren zwölf Segmente. Das vorderste trägt am „Halse" eine nach Greeff in vier Ringe von fünfzehn bis zwanzig, wenn vorgebracht rückwärts gerichteten, Haken geordnete Bewaffnung, bei meiner Art einen einfachen Kranz von 28 Haken und kann ganz eingezogen und sehr rasch wechselnd vorgestossen werden. Aus seiner Mitte erhebt sich noch ein Rüsselkegel, welcher sechs bis acht Stäbchen trägt, welche gegen einander wirken. Das zweite Körpersegment ist bei mehreren Arten durch ein Dutzend Längsleisten verstärkt, auf welchen die Haken des hinteren Kranzes beim Vorstülpen des ersten eingezogenen Segments gleiten mögen. Vom vierten ab bilden die Segmente je eine die Seiten umgreifende Rückenplatte und zwei schmale etwas konkave Ventral- oder Sternalplatten aus. Die Segmente tragen einzelne Borsten, von welchen in der Regel zwei des letzten Segmentes, stark und gablig aus einander stehend, an die Schwanzendborsten gewisser Krebse erinnern. Vor dem Halshakenkranze liegen am Mundkegel zwei bis sechs Augen. Auf den Schlundkopf folgt ein auch wohl wieder mit einem Kranze kleiner Spitzen oder mit einem Ringe bewaffnetes Speiserohr oder Kaumagen, dann ein braun gefärbter Darm, welcher an der Bauchseite des letzten Segments mit einem kurzen, muskulös abgränzbaren Rectum nach Aussen mündet. Es ist möglich, dass die Männchen eine niedrigere

Organisation haben. Die Thiere können nicht schwimmen, sie müssen ihre Nahrung auf dem Meeresgrunde suchen und scheinen Algen und Diatomeen zu fressen. Ich fand sie auf einem Wurmlaiche. Greeff hält sie allerdings äusserlich den Räderthieren ähnlich, aber innerlich und nach der Entwicklung durchaus den Nematoden verwandt. Ich möchte letztere Meinung nicht theilen und die Verwandtschaft mit den Arthropoden, entfernt mit den Räderthieren, eher in's Auge fassen.

Fig. 69.

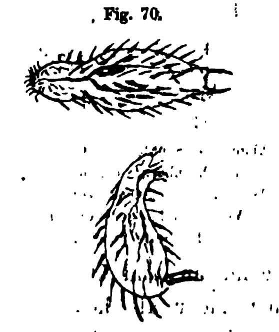


Echinoderes Sieboldii Pagenstecher, aus Palma de Mallorka, etwa 80mal vergrössert.
a. Die Hakenkrone des Rüssels. b. Die Augen. c. Der muskulöse Schlund. d. Der Darm. e. Der After.

1830 bildete Ehrenberg als niedrigste Familie der Räderthierchen die der Wimperfischchen, Ichthydina, aus drei Gattungen Ptygura, Ichthydium und Chaetonotus, als gepanzerter Räderthierchen mit ungebuchtetem einfachem Räderorgan. Ptygura ist wohl ein Räderthier, wahrscheinlich ein junges, gewesen. Ichthydium, wahrscheinlich schon seit 1718, durch Joblot, und Chaetonotus seit 1775, durch Eichhorn, bekannt, letztere Gattung bei Ehrenberg in drei Arten, schienen sich den Räderthieren durch einen unvollkommenen Wirbelapparat an Mund und Bauch, oder doch an letzterem, auch vielleicht zum Theil durch Bewaffnung des Mundrohrs und den Schwanzstacheln ähnliche Fortsätze oder Haare anzuschliessen; welche Beziehung durch die vereinzelten grossen Eier unterstützt wurde. Dujardin, indem er den Wimpern am Bauche des Chaetonotus den Charakter eines Rades nicht zugestand, brachte die beiden Gattungen vorläufig unter seine Infusoires symmétriques, welchen er selbst einen inneren Zusammenhang nicht zuschrieb. Perty machte aus ihnen die sechste Helminthenordnung, als mikroskopischer, durchscheinender, frei im Süsswasser lebender Würmer mit ungegliedertem Leib, ohne Räderorgan, mit Wimpercilien an der Bauchfläche. M. Schultze, welcher Turbanella dazu gesellte, und die Ichthydinen, nach Mecznikoff irrig, für Zwitter hielt, meinte, sie als Arhynchia monoica zu den Turbellarien, Schmarda sie zu den Naiden stellen zu sollen; Leydig hat sich Schultze angeschlossen. Auf Untersuchungen von Williamson und Gosse nahm Pritchard nicht allein Ptygura und die später von Ehrenberg zugesetzte, auch von Dujardin verworfene Glenophora wieder auf, sondern fügte noch Dasydytes und Sacculus, welcher den richtigen Kauapparat der Räderthiere hat, hinzu, und liess die ganze Familie an der von Ehrenberg angewiesenen Stelle. Ehlers hat sie den Nematoden genähert, Gosse mit Echinoderes und einem ächten Räderthierchen Taphrocampa zur Familie der Chätonotiden verbunden. Die sehr gründlichen Untersuchungen von Mecznikoff, welcher die Gattungen Chaetura und Cepha-

lidium zufügte, beweisen, dass diese Thiere eine Chitinbedeckung tragen, dass ihre Bauchwimpern auch in der Ruhe des ganzen Thieres thätig bleiben und dass der Mund einiger Anfänge einer Bewaffnung habe. Die Zutheilung zu den Räderthieren ist danach jedenfalls das Geeignetste. Sie scheinen auch, wie diese, Wintereier zu bilden; ihr ganzes Benehmen ist sehr ähnlich; in der Organisation freilich bleiben sie in dieser Klasse auf einer überall niedrigen Stufe. Die von Mecznikoff danach vorgeschlagene Zusammenstellung als Gastroticha gegenüber dem gewöhnlichen Rotifera als Cephalotricha wird dadurch unterstützt, dass ein Räderthier aus der Verwandtschaft von Notommata den Bauch bis zur Hälfte mit Wimpern bedeckt hat. Sie hat auch den Beifall von Claparède gefunden, welcher in dem auf Nereilepas kriechenden Hemidasys agaso die erste marine, übrigens hermaphroditische, Form entdeckte.

Fig. 70.



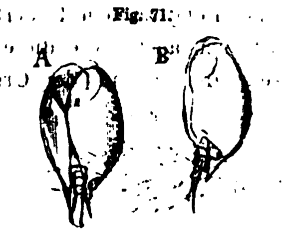
Chaetonotus larus Ehrenberg, aus dem süssen Wasser, etwa 500mal vergrössert; Ansichten von oben und von der Seite.

Alle diese Thiere sind von mikroskopischer Grösse, sie haben einen wimpernden Vorderbauch und einen durchgehenden Darm, obwohl der After zuweilen verborgen blieb. Die stärkste Andeutung einer Körpergliederung zeigt die marine Form durch vier Paar ventraler konischer Fortsätze, ausser welchen sich noch sechs stachelähnliche Stücke nahe dem Munde, einige am Hinterende und an der Geschlechtsöffnung finden. Auch bei Cephalidium longisetosum sind die langen Borsten in ähnlicher Weise metamerisch geordnet und Chaetura capricornis zeigt den borstenlosen Mittelleib zu vier Wülsten erhoben. Der Verdauungsapparat kann am Munde mit einem Chitinringe oder mit Leisten verstärkt sein, bei Cephalidium liegt der Mund auf einer durch ein Rohr getragenen Platte; bei Hemidasys ist die Lippe in Papillen getheilt und wimpert. Auf den muskulösen Oesophagus folgt ein in den Wandungen fettreicher, bei Hemidasys gelbgrüner Chylusdarm und dann ein hinten mündendes farbloses Rectum.

Die echten Räderthiere, Rotatoria oder Rotifera, waren allerdings von den älteren Mikroskopikern, so von Leeuwenhoek schon 1680, von Baker, Joblot, gesehen und es war von Rösel, Schäfer und O. F. Müller versucht worden, ihren anatomischen Bau zu verstehen. Aber erst Ehrenberg, welcher 169 Arten aufstellte, gab eine in vielen Hauptpunkten gute Beschreibung. Sie sind symmetrische Thiere von so geringer Grösse, dass sie in der Regel nur mit Mühe mit blossem Auge wahrgenommen werden können, zuweilen wurmartig gestreckt, öfter vorn scheibenförmig oder urnenförmig verbreitert, meist mit einem deutlich abgegliederten, verengten, zuweilen geringelten, zwei, eine Gabel bildende, Schwanz-

borsten tragenden hinteren Körpertheil, Fuss oder Schwanz, welcher zuweilen eine ausserordentlich grosse Aehnlichkeit mit dem entsprechenden Theile junger Kopepodenkrebse hat, aber bis auf die Gabel oder ganz eingehen kann; vorn mit einem selten verkümmernden Wimperapparat. Bei wurmförmiger Gestalt kann auch der Vorderleib geringelt erscheinen.

Fig. 71.



Abgelegte Schale von Colurus deflexus Ehrenberg, aus dem süssen Wasser, etwa 200mal vergrössert. A. Vom Bauche gesehen. B. Von der Seite gesehen.

Der Meinung Ehrenberg's, dass der Fuss ventral stehe, der After dorsal von ihm münde, haben sich im Allgemeinen die Autoren, so Cohn und Claparède, angeschlossen, und Gosse hat das aus der Lage der Augen begründet; Einige dagegen haben sich unbestimmt ausgedrückt, wie der After liege vor dem Fusse, an der Basis des Fusses; nur Claus giebt den After im Allgemeinen als auf der Bauchfläche liegend an, und Mecznikoff für den fusslosen Apsilus. Man konnte früher mehr als heute, da jetzt auch für eine vermehrte Anzahl von Würmern eine dorsale Lage des Afters bekannt ist, in einer solchen eine die Räderthiere den Krebsen nähernde Eigenschaft sehen. Uebrigens kann, da einige Rotiferen auf dem Rücken schwimmen, die Körperhaltung für Entscheidung zwischen Rücken und Bauch nicht bedeutsam sein.

Wenn man den eigenthümlichen Kauapparat als ein entscheidenderes Merkmal ansieht als den Wimper-, oder Radapparat, so giebt es mehrere Räderthiere ohne Räder; als ältestes wohl Lindia von Dujardin, dann Taphrocampa von Gosse, Apsilus von Mecznikoff und Balatro von Claparède. Bei der im Darm von Schnecken, Regenwürmern und Nais parasitischen Albertia erscheinen zunächst Spuren einer Bewimperung. Diese entwickelt sich zu einer einen Mundtrichter umsäumenden und in ihn eindringenden Bekleidung mit Wimpern von bis zu 0,1‴ Länge. Der Rand des Trichters buchtet sich nur wenig ein oder theilt sich viellappig; bei den Hydatiniden und vielen Brachioniden. Die Beschränkung auf zwei Lappen bei einigen der letzteren, den Rotiferiden und einem Theile der Floskulariden verbindet sich bei den Rotiferiden mit rundlicher Gestaltung der beiden Lappen, so dass diese bei Thätigkeit der Wimpern umlaufenden Rädern gleich erscheinen, während die armähnliche Verlängerung der Lappen bei den Floskulariden an Röhrenwürmer und Bryozoen erinnert. Nimmt man hinzu, dass die Augen, die Taströhren, der Fuss, die Kauzähne, der After vorhanden sein oder fehlen, die übrigen Organe wenigstens sehr ungleich hoch entwickelt, die Gesammtgestalt, die Ausbildung des Chitinpanzers sehr verschieden sein können, so kann man sich ebensowohl die Mannigfaltigkeit der Gruppe als die Möglichkeit, sie nach verschiedenen Seiten hin zu verbinden, vorstellen. So verschieden die Ausführung des Wimper-

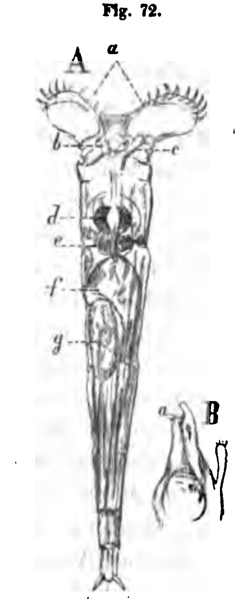
organs, welchem sich auch noch Wimperrinnen vom Rücken zum Munde gesellen können, auch sein mag, es ist immer festzuhalten, dass es dem Munde dient, sich in den Mundtrichter auch wohl in den Darm fortsetzt, dass es also allerdings eine nach Aussen vorbringbare, auch nach Aussen fortgesetzte, aber doch auch dem Endoderm zuzurechnende Einrichtung ist. Will man also überhaupt der Bewimperung einen systematisch kritischen Werth geben, so ist doch diese Wimperung keine bestimmt ektodermale; das ganze übrige Ektoderm wimpert nicht; eine endodermale Wimperung aber finden wir bis zu den obersten Wirbelthieren, theils in der Mundhöhle, bei Amphibien, theils im Darmkanal selbst, so bei jungen Vögeln, theils in seinem Anhange, der Luftröhre und Lunge noch bei Säugern. Andererseits würde auch an den vollendeten Wimperrädern von Bedeutung erscheinen, dass sie von einem besonderen Lappen, einer Art Gliedmaasse getragen werden, und so einige Aehnlichkeit mit den gegen den Mund arbeitenden Gliedmaassen der Krebse ergeben. Die Arbeit der Wimpern ist auch wenigstens durch die Verstellbarkeit der Lappen vom Willen abhängig, keine einfache, sondern eine modifizirbare Wimperthätigkeit. Leydig hat die Räderthierchen Wimperkrebse genannt, was wir trotz Vogt's Opposition nicht so übel finden.

Der Mund liegt am Bauchrande des Wimperapparats im Trichter: wenn der Wimperbesatz, wie bei Lacinularia nach Huxley, bei Melicerta nach Williamson, bei Brachionus, Pterodina, Megalotrochaea nach Leydig doppelt ist, der obere den unteren überwölbend und mit grossen Wimpern, so zieht der letztere hufeisenförmig über den Mund weg und dieser liegt zwischen den beiden Kränzen, welche also eine Wimperrinne zwischen sich zum Munde leiten. Der Mund geht in einen Kanal über, welcher zu einem Apparat führt, den man meistens Schlundkopf nennt. Gosse betrachtet den Schlundkopf, da er kaue, aber nicht zugleich verdaue, wie das der bewaffnete Magen der Krebse thue, als den eigentlichen Mund und giebt ihm den besonderen Namen Mastax. Dann würde Alles davor liegende Vorhof sein, welchen Namen wir auch an uns selbst dem Mundraum ausserhalb der Zähne geben. Das passt besonders gut für die Fälle, in welchen der Wimperapparat fehlt und der Zahnapparat zum Ergreifen der Beute nach Aussen gebracht werden muss. Leydig hat diesen Theil als Vormagen oder Kropf bezeichnet und an seinem Eingang besonders starke Wimpern gefunden, welche den Rücktritt der Speisen hindern sollen.

Der Mastax ist am genauesten von Gosse untersucht. Bei Brachionus urceolaris wird er durch eine halbkuglige hinten dreilappige und vorn am Bauche tief gespaltene Muskelmasse umhüllt, welche dorsal zwei hammerartige Stücke, Mallei, und ventral ein einem Amboss gleichendes, Incus, trägt, jedes einem der Mastax-lappen entsprechend. Die Hämmer bestehen aus einem Stiel, Manubrium, und einem damit im Gelenk verbundenen, in anderen Arten einem

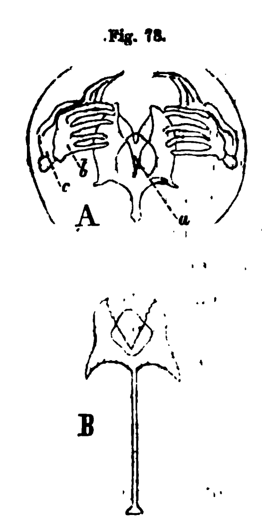
Ankerhaken mehr als hier ähnlichen, Stück, dem Uncus, hier mit fünf bis sechs Kammzähnen. Die Hämmer werden durch starke Muskeln gegen hohle Flächen zweier Stücke des Amboss gedrückt, welche, etwas dreiseitig, aussen gewölbt, mit flachen Seiten einander in der Ruhe anliegend, die Aeste, Rami, darstellen, welche dann auf der Stielplatte, Fulcrum, so befestigt sind, dass sie wie Scheerenarme auseinander weichen können. Diese harten Stücke gehen allmählich in die weicheren Theile über. Die Bewegung der Stücke im Ganzen und in ihren Gelenken ist sehr mannigfaltig. Gosse sah, dass eine kuglige Volvocine, Syncrypta volvox, welche zu gross war, um von den Hämmern und Scheeren gefasst zu werden, nach vergeblichen Versuchen, unter Nachlass des Muskeldrucks des Vorhofs, wieder ausgeworfen wurde. Immer ist dieser Vorhofkanal mit Wimpern bekleidet; nach Cohn, aber nicht nach Leydig, wimpert auch der kauende Theil. Vielleicht sah Cohn nur den Wechsel der Flächenerscheinung unter dem Spiele der Muskeln. Bei Brachionus amphiceros und Asplanchna liegen vor den Zähnen, bei Euchlanis und Anuraea hinter ihnen Speicheldrüsen. Das Vestibularrohr mündet stets zwischen den Zähnen, aber der Oesophagus tritt dorsal aus dem Mastax, so dass dieser Apparat mehr ventral liegt. Während im Allgemeinen die Wimperung genügt, die Nahrung in den Trichtergrund zu bringen, wird das unterstützt durch das Einziehen der Räder oder das Andrücken eines besonderen von einer Platte gedeckten Nackenfortsatzes gegen einen Kinnfortsatz, bei manchen gepanzerten Arten wie Metopidia, Colurus, Monura, Stephanops. Bei den verschiedenen Arten sind die Theile des Mastax mannigfach gestaltet und verschieden in Mächtigkeit. Bei Diglena sind die Rami des Incus gleich zwei gezähnten Kiefern und, wenn dann bei Asplanchna zugleich die Mallei sehr unbedeutend sind und die Muskelmasse des Mastax schwindet, erscheint die doch auf gleichen Grundlagen beruhende Einrichtung anfänglich ganz anders. Die grosse Schlankheit der Theile, namentlich der Hammerstiele und des Fulcrum geben oft ein sonderbares Ansehen; bei Mastigocerca carinata kommt dazu Asymmetrie und bei der auch sonst asymmetrischen Monocerca schwindet der rechte Hammer ganz. Ebenso kann man eine Reihe bilden, in welcher der Incus allmählich verkümmert und die Mallei übrig bleiben;

Fig. 72.



Rotifer tardus Ehrenberg, aus dem süssen Wasser. A. Das ganze Thier vom Rücken gesehen, etwa 200mal vergrössert.
a. Räder. b. Augen. c. Tastfortsatz im Nacken. d. Mastax. e. Drüsen. f. Magen. g. Ei. B. Das Vorderende bei Zurückziehung des Radapparats von der Seite gesehen. Die Unterlippe a fährt fort zu wimpern.

Fig. 78.



Mastax von Notommata aurita Ehrenberg nach Gosse, etwa 100mal vergrössert.
A. Der ganze Apparat. a. Der Amboss, Incus. b. Der Kopf des Hammers, Uncus. c. Der Hammerstiel Manubrium mallei. B. Darstellung des Ambosses mit geöffneten Haken, um die Lippe zu zeigen.

man hat auch Fälle, in welchen die Hälften des Incus weit auseinander rücken. Bei solchen, welche den Mastax vorschieben, finden sich zuweilen die Lippenränder mit steifen Borsten besetzt. Indem Gosse diese der Oberlippe und Unterlippe der Insekten vergleicht, glaubt er eine Uebereinstimmung der Mundtheile der Räderthiere mit denen der Insekten auch in den anderen Stücken gegeben, so dass die Hämmer die Mandibeln, die Ambossstücke die Maxillen mit ihren Tragstücken, Cardines, repräsentiren. Es ist jedoch kein Vortheil von einer Zusammenstellung wegen Uebereinstimmung einer Zahl bei sonst so verschiedenem Bau zu erwarten. Es ist reichlich genug, wenn man den Räderthieren einen Arthropodencharakter zugesteht; es wäre zuviel, sie der so hoch spezialisirten Insektengruppe zuzutheilen, welche sich überdies so sehr von den Eigenschaften der Wasserthiere befreit hat. Die Kaustücke widerstehen Kali, aber nicht Schwefelsäure, sie sind chitinig.

Die Wandzellen des Magens, wechselnd mit Fetttropfen, dunkeln Molekulen, gefärbten Flüssigkeiten gefüllt, können als Leberzellen verstanden werden. Gosse nimmt auch ein Pancreas am Magen an. Der letzte Theil des Darms, der Afterdarm, ist hell und kehrt etwas nach vorne um. Die Magenwand wimpert, was Cohn durch Umdrehen am deutlichsten machte; sie ist kontraktil und an der Rücken- und Bauchseite befestigt. Mit dem Afterdarm mündet in die Kloake entweder eine öfter anscheinend mit Harnkonkretionen gefüllte Blase und durch deren Vermittlung das Wassergefässsystem oder es thun das die Stämme des letzteren direkt, so dass der Enddarm mit Harn gefüllt werden kann.

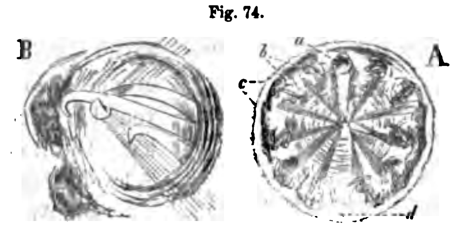
Dadurch, dass die afterlosen Notommata nach Dalrymple und Leydig lebende Junge gebären, ist ihr Geschlecht sicher gestellt, es giebt also afterlose weibliche Räderthiere. Die Männchen der Räderthierchen haben nach den Untersuchungen von Leydig, Cohn u. a. überhaupt keinen Verdauungsapparat; in ihrem Wimperkranz liegt kein Mund; er ist für sie nur Bewegungswerkzeug. Aus Eiern in langsamer Entwicklung, sei es nur in der Sommeraustrocknung, sei es auch in Winterkälte, erzeugt, nicht lebend geboren, müssen sie die sämmtlichen Ausgaben ihres kurzen, nur der Uebertragung des Sperma gewidmeten Lebens aus der Eimitgift bestreiten.

Ehrenberg sah Hydatinen infusorische Pflanzen, Euglena viridis aus

den Geisselinfusorien, ergreifen, zerbeissen und die leeren Schalen wegwerfen. Während durch seine und Gosse's Beobachtungen Erkenntniss und Wahl, wie sonst, so auch bei der Speiseaufnahme bewiesen erscheint, zieht doch andererseits der Trichterwirbel Alles in sich und wirft es zwischen die Zähne. So ist die Fütterung mit Karmin und Indigo leicht. Die in Gallerthülsen ansässigen sind auf das angewiesen, was in ihre Nähe kommt, die kriechenden und schwimmenden suchen; sehr eifrig die Wasserpflanzen ab und viele halten sich gerne auf der Oberfläche anderer Thiere auf, um sich dort von Abfällen und Niederschlägen zu ernähren. Ihre Fähigkeit das Austrocknen zu ertragen bringt es mit sich, dass sie, vom Winde getragen, an auffallenden Stellen erscheinen, so in den Dachrinnen, wo sie dann von den Regenwasseralgen zehren. Vom ektoparasitischen Leben auf schlammbedeckter Wurmhaut zum endoparasitischen ist ein kleiner Schritt; so findet man die Albertiden, wie oben erwähnt, endoparasitisch. Ray Lankaster fand ebenso in der Leibeshöhle von Synapten Rotiferen.

Die Gattung Myzostoma wurde 1836 von Sam. Leuckart definirt, nachdem er 1827 ein auf Comatula mediterranea schmarotzendes Myzostoma parasiticum und 1829 ein auf Comatula multiradiata des rothen Meeres sitzendes Myzostoma costatum gefunden und ein von J. Thompson 1836 bei Gelegenheit der Entdeckung des Ursprungs der Comatula aus dem Pentacrinus europaeus gefundenes Individuum Myzostoma cirriferum getauft hatte. Die Charakteristik lautete auf weichen, scheibenförmigen glatten Körper, an der Unterseite mit vier bis fünf Saugnäpfen jederseits und dabei mit harten Haken*), Mund vorn, einfach, vorstehend, rückziehbar. Lovén beschrieb 1842 M. cirriferum auch aus Norwegen, Semper 1858 M. tuberculosum. S. Leuckart hatte das Thierchen zu den Trematoden gestellt, M. Schultze dem beigepflichtet, während Thompson zweifelhaft war, ob es zu den Anneliden oder den Crustaceen gehöre. Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Semper und von Mecznikoff haben in dieser Beziehung entgegengesetzte Ansichten stützen wollen; jener hat eher für die Arthropodennatur, dieser entschiedenst für Verwandtschaft mit den Würmern gesprochen, während die Aehnlichkeit mit den Trematoden jetzt wohl allgemein als nur äusserlich angesehen wird.

Fig. 74.



Myzostoma tuberculosum Semper, aus dem Mittelmeer. A. Das ganze Thier vom Bauche gesehen, etwa 20mal vergrössert.
a. Der Mund. b. Krallenfüsse. c. Die Warzen am Rande der Körperscheibe. d. Der After. B. Ein Napf mit seinen Chitinstücken, einem grösseren Haken mit Stütze und einem kürzeren Haken ohne Stütze, und mit den Muskeln, etwa 120mal vergrössert.

*) Die volle Hakenfusspaarzahl ist fünf.

Semper hatte nur ziemlich grosse Junge gesehen, welche nur vier Krallen und diese auf besser entwickelten Füssen trugen, so an die Tardigraden erinnerend, welchen die Myzostomiden übrigens nur durch einige Uebereinstimmung in der Geschlechtsorganisation ähneln. Während Semper Myzostoma in keine der Artikulatenklassen unterbringen wollte, haben andere Autoren die Verbindung mit den Crustaceen durchgeführt, so v. d. Hoeven. Es war das in einer Zeit, als die Entwicklungsgeschichte der niederen Krebse mehr und mehr Gestalten als nahe verwandt herausstellte, welche sehr von einander und dem Gewöhnlichen abweichen. Jedenfalls ist, wenn überhaupt eine Verwandtschaft mit den Arthropoden anzunehmen ist, diese eher auf solche Milben hinzuführen, bei welchen die Füsse, in Zahl und Beschaffenheit, und die Mundwerkzeuge unvollkommen werden und die Athemorgane fehlen. Wir werden bei den Milben im Stande sein, niederste, höchst unvollkommen arthropodische Formen in einer ziemlich guten Reihe mit den vollkommneren zu verbinden, ohne damit so grosse Ansprüche an Uebereinstimmung in der Larvengestalt zu machen, als sie die niederen Krebse gestatten, und könnten an dieser Stelle neben den Tardigraden, allerdings als ganz einzig wimpernde Formen, die Myzostomiden einreihen. Mecznikoff dagegen, indem er den besonders bei M. cirriferum mit endständigen Papillen versehenen Rüssel dem einiger Anneliden, Hesioneen, Phyllodoceen ganz gleich fand, die Stummel mit Haken, von welchen in der Entwicklung ein Paar nach dem anderen kommt, und die darüber stehenden Cirren oder auch kleinen Höcker mit den entsprechenden Theilen der Anneliden verglich, sich wegsetzte über die Geschlechtseinrichtungen und eigentlich auch über die Näpfe, nannte sie Chaetopoda ectoparasita.

Das M. tuberculosum wird bis zu $2^1/_2'''$ gross. Die Thiere haben vorn einen aussen wimpernden, innen wimperlosen, muskulösen, vorstreckbaren, zuweilen am Rande tief gelappten Rüssel. Am alsbald folgenden Magen erlangt das Epithel eine dunkelbraune Färbung; der Magen ist formveränderlich und in verästelte Schläuche ausgezogen, welche isolirt noch ihre Kontraktionen fortzusetzen vermögen, obwohl eine Muskellage nicht gesehen wurde. Der Magen ist vom Darm durch einen Abschliessmuskel, Sphincter, gesondert. Dieser endet bei M. cirriferum angeblich am Bauch, bei M. tuberculosum auf dem Rücken unter einer kurzen Papille, beidemale nahe dem Hinterrande. Der letzte Darmabschnitt ist, da die Geschlechtsorgane in ihn münden, Kloake, öffnet sich trichterartig und wimpert von Aussen nach Innen, so dass er beim Oeffnen ausgespült wird.

Die Myzostomen leben nach der Beschaffenheit ihres Rüssels wahrscheinlicher von Speiseabfällen und Exkrementen der Comatula als von deren Säften.

Die Arthropoden haben in der Klasse der Insekten eine so ausgezeichnete und massenhafte, uns ebenso sehr durch körperliche Eigen-

schaften in Mannigfaltigkeit der Einrichtungen, Zierlichkeit der Gestalt, Schönheit der Farben, wie Höhe der Instinkte, durch Nützlichkeit, wie Schädlichkeit imponirende Entwicklung erfahren, dass wir aus dem Wesen dieser Klasse leicht über sie hinaus Beweggründe für unsere Auffassung und Erläuterung entnehmen. Diese Klasse der Insekten wird, trotz ihrer Hunderttausende von Arten, ganz ausserordentlich enge verbunden durch Uebereinstimmung in Zahl und Eintheilung der Segmente und Verwendung von Segmentalanhängen derselben Stelle und gleicher Zahl zu Fresswerkzeugen, zu Bewegungsorganen und zu Geschlechtshülfen. Für kleinere Abweichungen lassen sich die mannigfachsten Uebergänge finden. Dem ist Ausdruck gegeben, indem man sie nach den drei thorakalen, der Bewegung dienenden, Fusspaaren als Hexapoda vereinigte, wo man den Titel Insecta in einem weiteren Sinne, sei es wie bei Linné, die Tausendfüsse, Spinnen und Krebse, sei es nur die ersteren mit umfassend, gebrauchte. Man hätte fast ebenso gut ihnen auf die Zahl der zu Mundwerkzeugen verwandten Glieder einen Klassennamen wählen können. Diese hochbeweglichen, meist mit scharfen Sinnesorganen ausgerüsteten, an der Luft lebenden und deshalb, entsprechend dem Vergleiche niederer und höherer Wirbelthiere, als die höchsten erachteten Thiere an die Spitze der Gliederthiere stellend, hat man denen, welche mit ihnen trotz Veränderung in Gliederung oder Gliedanhängen doch die Luftathmung gemein haben, die nächste Stelle geben zu müssen geglaubt. Es sind das die Tausendfüsse, Myriapoda, und die Spinnenthiere, Arachnoidea, welche beiden Klassen freilich in verschiedener Weise sich den Insecta hexapoda verbinden. Wenn man zuerst die Chilognatha d. h. diejenigen Tausendfüsse nimmt, bei welchen, wie bei den Insekten, drei thorakale Segmente, eigentlich Doppelsegmente, in anderer Weise mit Füssen ausgerüstet sind, als die nachfolgenden, nämlich jene nur mit je einem Paar, diese mit je zwei, während allerdings die letzteren, die abdominalen Segmente, bei den erwachsenen Insekten mit ganz seltenen Ausnahmen keine Bewegungsfüsse mehr tragen, auch bei den Insekten in der Regel neun oder weniger an Zahl, bei den Chilognatha aber wie fusstragend, so auch meist viel zahlreicher sind, so kann man dadurch die Verwandtschaft der Tausendfüsse namentlich mit Insektenlarven leicht dahin konstruiren, dass bei den Tausendfüssen der Numerus weniger beengt, die Heteronomie geringer und nicht mit dem Heranwachsen eine fortschreitende sei.

Nach einer anderen Richtung zeigt sich bei einigen Insekten zugleich mit einer in mehreren Ordnungen vorkommenden Verkümmerung der Flügel und einer in der Ordnung der Fliegen nicht ungewöhnlichen Verringerung der Mundgliedmaassen eine Abschwächung der thorakalen Gliederung, sowie der Abgliederung des Kopfes vom Thorax und geringere Ausbildung der

Sinnesorgane am Kopfe, der Fühler und der Augen, während die Abgliederung und Entwicklung des Abdomen Veränderungen in dem Sinne, wie sie die Myriapoda gegenüber den Insekten unterscheiden liessen, durchaus nicht zeigt. Indem solche Insekten einigermaassen den Uebergang zu den Spinnenthieren vermitteln, hat man sie Spinnenfliegen genannt. Das Unterscheidende der gewöhnlichen Spinnenthiere gegenüber den Insekten nämlich ist, dass bei ihnen nicht in der den Insekten zukommenden Weise drei Fusspaare dem Thorax angehören und vor diesen an einem abgegliederten in sich einheitlichen Stücke auf vier Fusspaare (einschliesslich der Oberlippe) zurückzuführende Mundwerkzeuge und ein Paar Fühler dem Kopfe, sondern unter Mangel der Abgliederung eines Kopfes vier mehr unter einander übereinstimmende Gliedmaassenpaare der Bewegung dienen und vor diesen zwei weitere zum Munde stehen.

Indem man bei Vergleich der Spinnenthiere mit den Insekten dem allgemeinen Wunsche, eine möglichst vollkommene Gleichwerthigkeit von Theilen bei Gliederthieren darzustellen, auf verschiedene Weise gerecht zu werden versucht hat, sind wir veranlasst, schon an dieser Stelle die Grundlagen der Vergleiche, welche die sogenannte Gliedmaassentheorie bilden, anzudeuten. Nachdem O k e n und S a v i g n y die Gleichwerthigkeit von Füssen und Kiefern gelehrt hatten, dehnte R a t h k e das auf die Fühler, Antennen, H. M i l n e E d w a r d s auf die gestielten Augen der Krebse, Z a d d a c h überhaupt auf zusammengesetzte Augen aus, so dass diese das vorderste Paar von Anhängen oder Gliedmaassen des Kopfabschnittes bilden würden. Das Letztere wurde von L e u c k a r t bestritten und es ist, wenn auch jedenfalls die Betrachtung der Augen als Gliedmaassen unleugbare Vortheile bietet, doch eine Frage der besonderen und genauen Prüfung würdig, wie weit solche Augen, als Anhänge eines Segmentes, für sich ein solches repräsentiren, oder, als dorsal entwickelte Theile nach dem Prinzip mehrerer Gliedmaassenpaare an einem Segmente oder der morphologischen und physiologischen Spaltung von Gliedmaassen eines Segmentes in parallele Reihen, kein besonderes Segment beanspruchen. Bei den Arachnoiden möchte C l a p a r è d e die Augen ganz ausser Betracht lassen, weil nie zusammengesetzt; da sie aber sogar gestielt vorkommen, nämlich bei Trombidien, und mit den Anfängen der Zusammensetzung, so müsste jedenfalls Zaddach's Theorie soweit erweitert werden. Für das, was hinter den Augen folgt, hat der Vergleich, nachdem Z a d d a c h weiter bemerkt hatte, dass Insekten für den Larvenzustand andere Antennen hätten, als für den erwachsenen Stand, man also in der Reihenfolge bei ihnen zwei verschiedene Antennenpaare anzunehmen habe, wie solche die Krebse gleichzeitig hätten, sich nun zuweilen dieser Meinung bedient, zuweilen nicht, und ebenso für den Vergleich der Mundwerkzeuge weiterhin die Krebse zu Grunde gelegt, deren

beide Maxillenpaare sich dann in Unterkiefer und Unterlippe der Insekten wiederfinden. So ist:

		nach Zenker,	Huxley,	v. Siebold,
Oberkiefer der Spinnen	=	Antenne I,	Antenne,	Antenne,
Unterkiefer der Spinnen	=	Antenne II,	Mandibel,	Maxille I,
Fuss I der Spinnen (Unterkiefer II, Unterlippe),	=	Mandibel,	Maxille I,	Maxille II,
Fuss II (I) der Spinnen	=	Maxille I,	Maxille II,	Fuss I,
Fuss III (II) der Spinnen	=	Maxille II,	Fuss I,	Fuss II,
Fuss IV (III) der Spinnen	=	Fuss I,	Fuss II,	Fuss III.

Zenker und Huxley haben, indem sie beide die Oberlippe aus dem Vergleiche lassen, im Uebrigen gleichmässig kontinuirliche Reihen, welche wegen der ungleichen Verwendung der Antennen hinten ungleich abschliessen, beide mit einem Defizit von Organen für die Spinnen gegenüber den Insekten und mehr für die Krebse, auf deren mannigfaltige grössere Fusszahlen in der Tabelle nicht eingegangen ist. v. Siebold lässt auch die Mandibeln aus dem Vergleiche fallen, nachdem die Oberkiefer der Spinnen doch nicht mehr mit ihnen zusammenstimmen, vielmehr metamorphische Fühler, Greiffühler sein sollen, und kommt so hinten für Insekten und Spinnen mit den vorhandenen Theilen zum gleichen Abschluss.

Für Zenker war schon Savigny 1816 Vorgänger gewesen, welcher im Vergleich der Spinnen mit Krebsen bei jenen alle Gliedmaassen bis an das erste Fusspaar von hinten her wegfallend annahm, später Dugès, für v. Siebold dagegen Latreille, welcher die fünf hinteren Paare der Spinnen den zwei Maxillen und drei Kaufusspaaren der Krebse verglich, unter Mangel der Mandibeln, und ähnlich Audouin. Haan identifizirte das erste Fusspaar der Spinnen mit der Unterlippe der Insekten, einschliesslich deren Taster; aber Zaddach und Claparède bringen aus der ganz besonderen Entwicklungsgeschichte der Insektenunterlippe Bedenken dagegen und so vergleicht es Zaddach lieber mit dem ersten Unterkieferpaar.

Da das in diesen Zusammenstellungen ausser Acht gelassene vorderste Paar der Mundsegmentalanhänge auch bei den Insekten nur durch ein aus Verschmelzung von den Seiten her medianes, auch in sich nicht weiter gegliedertes Stück vertreten ist, so liegt es nahe, die Verkümmerung dieses, der Oberlippe, als in Uebereinstimmung stehend anzunehmen mit der Verkümmerung des Kopfes in den vor und über dem Munde liegenden Theilen, welche sich bei den Spinnenthieren weiter in der Verkümmerung der Fühler und in Veränderungen an den Augen geltend mache. Man hat dann eine vollkommene Vergleichbarkeit der Gliedanhänge der Spinnenthiere mit den Insekten dahin, dass die sechs hintersten Paare der Summe thorakaler und kephalaler Fusspaare der Insekten ohne Unterbrechung bei den Spinnen-

thieren vertreten sind, das aber, was davor liegt, verkümmert, sei es in weiteren Mundwerkzeugen, sei es in Fühlern, sei es in Antennen vertreten gewesen. Nur bei den Galeodes*) finden sich bei Scheerenkiefern sehr zarte Rudimente von Fühlern. Es giebt dabei unter den Spinnenthieren einige Fälle, welche sehr wohl dazu angethan sind, die Verwandtschaft thorakaler und kephalaler Anhänge, Geh- und Kaufüsse, und die Bedeutung oder Unbedeutendheit ihrer Differenzirung bei den Insekten von einem erweiterten Standpunkte aus anzusehen, der Art, dass die grössere Aehnlichkeit ebenso wenig absolut, wie an die Dreizahl der Paare des Thorax der Insekten, so auch an die Vierzahl der Paare der Gehfüsse der Spinnenthiere geknüpft ist. Diese Betrachtungen werden durch die einzelnen späteren Beispiele befestigt werden.

Die an sich sehr plausible Meinung, nach welcher Defekte am leichtesten aus Stillstand der Segmententwicklung am Ende der Reihe eintreten, allerdings, da deren Fortschreiten im Allgemeinen hinten, vor dem After, geschieht, am häufigsten am hinteren Ende, fand durch die besonderen entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten von Zaddach im vorliegenden Fall Unterstützung auch für das vordere Ende, indem in der That das bei den Insekten sich sehr spät bildende Antennalsegment bei den Arachnoiden sich überhaupt nicht bilde, so dass nun bei Fehlen der Oberlippe die Mandibeln vorn einander begegnen. Ausser den oben Genannten haben aber trotzdem sehr Viele, so Owen, Brullé, Gegenbaur, die Deutung der Spinnenmandibeln als Antennen aufgenommen. Dafür waren ihnen namentlich bestimmend Untersuchungen von Newport, Blanchard und in Deutschland von Grube und Zenker, welche an Stelle des Kriteriums des Ortes ein anatomisches Motiv beibrachten, dass nämlich jenes vorderste Paar von Anhängen seine Nerven von Ganglien über dem Schlunde empfange. Blanchard hat das noch unterstützt durch die Darstellung rudimentärer Theilchen am Munde als Oberlippe, Oberkiefer, Unterkiefer und Unterlippe. Selbstverständlich kann die letztere hier nur dann gesucht werden, wenn man das erste Fusspaar nicht als Unterlippentaster versteht. Die Gamasidenmilben werden uns Aufklärung über dieselbe geben. Zaddach hat gegen jenes Motiv aus der Nervenversorgung eingewendet, dass sich das Nervensystem sehr spät bilde; ja sogar die Antennen der Insektenlarven lägen Anfangs hinter dem Munde und glitten nach vorn, bevor die Nerven sich bildeten. Dass die vordersten Kopfanhänge die vordersten grossen Nerven bekommen, ist selbstverständlich. Die Ganglien aber, von welchen sie austreten, und welche Angesichts der Verkümmerung der der vorderen Kopfwand und ihren Organen entsprechenden Theile, vorne einander genähert und durch die Verkürzung der sie verbindenden Kom-

*) Siehe unten Fig. 91.

missur über dem Oesophagus gelagert sind, für den Antennenganglien entsprechend anzusehen, ist dadurch nicht hinlänglich motivirt. Der Wegfall der Antennenganglien giebt dieselben Lagenverhältnisse. Sehr viele spinnenartige Thiere verlieren die Anordnung der Nervenzentren in Ganglienkette und Schlundring gänzlich. Ihre Zentralnervenmasse bildet einen vom Speiserohr durchbohrten ungegliederten, nur an den Nervenaustritten ausgeranndeten Klumpen. Bei diesen müsste man, wenn die Grundlagen der Blanchard-Zenker'schen Theorie entscheidend wären, alle Nerven vom Schlundring entsprungen und alle Gliedmaassen als dem Kopf angehörig annehmen. Auch die Mollusken zeigen, dass Grösse und Lage der im Schlundring durch Kommissuren verbundenen Ganglien bei deutlich gleichwerthigen Theilen sehr ungleich sein können, dass die Ganglien gewissermaassen am Schlundringe in der ganzen Peripherie des Speiserohrs oder der Mundmasse hin und her geschoben werden können, ohne dass ihre Lage mehr vorn oder mehr hinten für ihre Bedeutung wesentlich entschiede. Wegen möglicher Verschiebung über einander ist nicht einmal die Reihenfolge nothwendig gesichert. Wir finden uns demnach nicht bewogen, dieser Theorie beizupflichten.

Es kann bei den Spinnenthieren, unter deutlicher Sicherung der systematischen Verbindung durch andere Merkmale, nicht allein die Sonderung der dem Munde und der der Bewegung dienenden Theile auf dem Gränzgebiete etwas hin und her verschoben werden, was auch schon bei den Insekten dadurch etwas vermittelt wird, dass die Einrichtungen für Tastempfindung in stärkerer Gliederung und zarterer Ausführung ebensowohl am Munde Platz greifen können, im Dienste der besonderen Speiseuntersuchung, wie sie bei der Ortsbewegung von Bedeutung sind, oder dass andererseits Füsse als Greiffüsse dem Munde sehr wichtig werden, sondern es können auch am vorderen und am hinteren Ende der Reihe der Segmentalanhänge Veränderungen in Beschaffenheit und Zahl eintreten. So gelangen wir unter den Milben zu Formen, welche theils die Mundwerkzeuge noch unvollkommener haben als gewöhnlich, theils an den Fusspaaren auch von hinten her einen Abzug erleiden. Letzteres wird namentlich dadurch vermittelt, dass bei anderen ein letztes Fusspaar erst nachträglich erscheint, auch namentlich bei Männchen seinem gewöhnlichen Gebrauche durch seine Einrichtung entfremdet wird. Es ist beachtenswerth, dass in gleicher Weise bei einigen Formen die Einrichtungen für Luftathmung im Jugendzustand noch fehlen, während sie doch später sich ausbilden. So wird auch der vollständige Mangel von Luftathmungsorganen bei niederen Milben vermittelt.

Die Deutlichkeit und Regelmässigkeit der Leibesgliederung der Insekten wird in Uebereinstimmung mit den Einrichtungen des Muskelapparats und des Nervensystems bedingt durch die chitinigen Hautauflagerungen, in

welchen stärkere segmentale Platten, auch in dorsaler und ventraler Gliederung, mit biegsamen, Beugung des Ganzen und Einschiebung der einzelnen Segmente gestattenden, intersegmentalen Membranen wechselnd, die „Zoniten“ herstellen. Die höhere Ausbildung der Gliedmaassen und ihre Gliederung hängt von derselben Differenzirung ab. Die Ausbildung des äusseren Chitinskelets giebt den Gliedmaassen eine feste Stütze, sie steht in Korrelation zur Ausbildung der letzteren. Schlaffe, häutige Anhänge können beim Leben in trockener Luft weder als Bewegungsorgane, da sie Bewegungsübertragung nicht zu vermitteln im Stande sind, noch als Athmungsorgane dienen, da sie zusammenfallen, verkleben, vertrocknen würden und der durch sie gegebene Gewinn an Oberfläche illusorisch werden würde. Auf der anderen Seite erschweren die Chitinhartstücke wie den vorübergehenden Formwechsel so auch das Wachsthum, welches bei ihrer Gegenwart über das durch die intersegmentalen Verschiebungen Ermöglichte hinaus nur periodisch, in etwas heftigen Akten, den Häutungen, nicht ohne ein bedeutendes Risiko des Organismus geschehen kann. In der Konkurrenz dieser beiden Grundlagen im arthropodischen Bau bleiben viele spinnenartige Thiere für den Hinterleib im Zustande weicherer nachgiebigerer Hautbildung, wobei doch die Segmentirung angedeutet sein kann; bei den Milben aber kann es geschehen, dass der ganze Leib weichhäutig bleibt, dabei wohl in ähnlicher Weise wie in niederen Wurmformen eine Hautringelung darbietend, welche mit der Segmentirung nach den sonstigen Zahlen gar nichts mehr zu thun hat.

Dann finden sich wohl zugleich die von oben herunter abgeleiteten Zahlen auch sonst gestört, die Segmentirung am Leibe und die Gliederung an den Füssen, die sogenannte äussere Skeletbildung und die Luftathmung verschwunden. Gliedmaassen, welche nicht mehr durch Gegensetzung festerer Chitinringe gegen biegsame Zwischenmembranen ausgezeichnet und welche zugleich in der Grösse gemindert sind, lassen auch die Gliederung in der Muskulatur nicht mehr deutlich, sie gleichen mehr den Fussstummeln der Anneliden und die von ihnen getragenen Krallen finden in den Borsten letzterer, namentlich den hakenförmigen, bis zur Unentscheidbarkeit nahe Verwandte.

So lange in irgend einem Theile der Organisation die Verbindung mit den höheren luftathmenden Arthropoden überwiegend deutlich ist, und dafür entscheiden manchmal kleine Spezifikationen mehr als die grossen Prinzipien, welche uns unter den Händen schwinden, finden wir die Zutheilung leicht. Sobald aber bei einem solchen Sinken der Charaktere weniger vermittelte oder einseitig abgezweigt erscheinende Gruppen auftreten, fehlt uns ein bestimmter Faden und wir werden schwankend, ob wir solche überhaupt hierher oder zu den Würmern oder zu den in der anderen Reihe, der der Krebse, degradirten Abtheilungen zu stellen haben.

Wenn wir die Charakteristik der Krebse, Crustacea, welche Claus, ohne Zweifel einer der vorzüglichsten Kenner dieser Klasse, gegeben hat, so berichtigen, wie sie nach seinen eigenen weiteren Deduktionen, und ganz unbestrittenen Daten berichtigt werden muss, so würde sie lauten: Meist wasserbewohnende, meist durch Kiemen athmende Arthropoden, meist mit zwei Fühlerpaaren, in der Regel mit vereinigtem Kopfbruststück und zahlreichen Fusspaaren am Thorax und meist auch am Abdomen. Wenn wir zufügen, dass die Rhizocephalenkrebse weder einen gegliederten Körper, noch erwachsen irgend welche Fussanhänge haben, also der Merkmale der Arthropoden gänzlich entbehren, so ist in jener Charakteristik auch nicht ein einziges Merkmal durchgreifend. Trotzdem ist innerhalb der Krebse der Beweis formaler Uebereinstimmung oder Verwandtschaft mit dem grössten Erfolge zu führen, zunächst für verschiedene Ordnungen in sich, dann über die Gränzen von Ordnungen hinweg. Es giebt nur wenige Gruppen, bei welchen man zweifelhaft sein kann, ob sie vielleicht einer anderen arthropodischen Abtheilung mit grösserem Recht gesellt würden.

Als das oberste Motiv der Abgränzung der Krebse ist die Wasserathmung angenommen worden und es lässt sich dieselbe mit grossem Vortheile bis zu einer gewissen Gränze ausnutzen. Schliesslich erscheint es jedoch fraglich, ob wirklich dem Prinzipe nach dieses Motiv an erste Stelle gesetzt zu werden verdiene, oder ob es, wenn auch thatsächlich von vollkommneren Einrichtungen höherer Krebse abwärts fast überall, allerdings in allmählicher Degradation der besonderen Organe, erkennbar, nicht doch eher etwas nebensächliches sei und ob es uns Veranlassung geben dürfe, seinetwegen andere Motive der Klassifikation zurücktreten zu lassen. Das würde namentlich entscheidend sein für die Stelle, welche den kiemenathmenden, übrigens mehrfach den Arachniden verglichenen, Limulus-krebsen anzuweisen wäre. Ueber diesen Spezialfall hinaus aber befördert ein Gedanke an Solches die Neigung, das gemeinsame aus jener Wasserathmung hergeleitete Band der Crustaceen im Ganzen nicht so fest zu erachten, als die Zusammenstellung ihrer Abtheilungen für sich. Dieses in dem Sinne, dass, wie die Insekten eine durch gewisse, nach Zahlen zu bezeichnende Merkmale charakterisirte Gruppe der Gliederthiere wären, die Arachniden eine andere, so die Krebse mehrere Gruppen verträten, deren jede einer der anderen Klassen gleichwerthig wäre.

Wasserathmung, d. h. Athmung vermittelst der im Wasser suspendirten Luft, und direkte Luftathmung treten erst mit der Ausbildung der besonderen Organe in Gegensatz und dieser Gegensatz ist nicht unvermittelt. Die Luft athmenden Organe sind im Allgemeinen Einstülpungen, von Aussen zugängige Höhlen, die Wasser athmenden sind Ausstülpungen, Hervorragungen, etwa von Hohlräumen, welche mit der Körperhöhle oder mit der Ver-

dauungshöhle in Verbindung stehen, oder von den besonderen Abzweigungen der Dermallager, welche das Gefässsystem bilden, durchzogen. Man kann als Gemeinsames, namentlich mit Rücksicht auf die Arthropoden, annehmen, dass sich aus den Dermallagern Massenvermehrungen in der Form etwa von Kegeln oder Zapfen entwickeln, welche ebenso wohl nach Aussen wie nach Innen vorragen und welche weiter hohl werden können. Die weiteren Besonderheiten werden bei den Athemorganen besprochen werden. Hier erhellt nur soviel, dass, wenn Ausstülpungen in Einstülpungen oder Einstülpungen in Ausstülpungen liegen, das unterscheidende Merkmal für die Form und, wenn Luft nur unter der Bedingung geathmet werden kann, dass die Theile feucht sind, auch das physiologische Merkmal abgeschwächt wird. In besonderer Weise vermitteln die sogenannten Trachealkiemen mancher Insekten, allerdings fast nur im Larvenzustand, und die Anfänge der Luftraumbildung bei den Landasseln unter den Krebsen. Wichtiger ist, dass die Kiemenbildungen der Krebse in eine derartige Kombination mit den anderen Segmentalanhängen, Füssen, Mundwerkzeugen u. s. w. treten, dass auch die Kiemen als Fussanhänge der Segmente erscheinen, so in eine Gemeinschaft eintretend, in welcher ihre spezifische Leistung keineswegs immer gleich deutlich ist. So geschieht es, dass Formen, bei welchen besondere Kiemen nicht mehr gegeben sind, so aufgefasst werden, als sei die Funktion der Schwimmbewegung oder Bewegung für Zuführung der Nahrung zum Munde mit der Athmung denselben Fussanhängen gemeinschaftlich übertragen. Solche Beschränkung in Athmungsorganen, nach dem Verhältniss der Oberflächenentwicklung zur Masse vorzüglich an den kleinsten Formen geschehend, verbindet sich auf demselben Grunde im Allgemeinen mit sonst niedrigerer und deshalb Mangels der Spezifirung auf die Verwandtschaften undeutlicher Organisation. Bis zu einem gewissen Grade hilft auch hier die Folge der Formen in Reihen, bald auf gleiche Zahlen bei sonstiger Verschiedenheit, bald in der Veränderung solcher Zahlen auf sonstige Uebereinstimmung und gestattet bei allmählicher Degradation auch die wenig spezifizirten Formen anzuschliessen. Kommen aber durch eine weitere Kluft getrennte, wieder mehr spezifizirte, aber doch niedrig organisirte Formen, so haben wir einerseits keinen rechten Grund zum Anschluss an höhere Gruppen und ihre Zutheilung wird schwankend; andererseits giebt ihre niedere Organisation keinen hinlänglich starken Antrieb, für sie besondere Klassen zu bilden. So werden wir auch hier Formen finden, welche zwischen verschiedenen Gliederthierklassen hin und her gestossen worden sind.

Die Ordnung der Tardigrada Spallanzani's wurde in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts den Mikroskopikern bekannt, auch unter dem Namen der Wasserbären oder Bärthierchen beschrieben und erregte das Erstaunen wegen der Wiederbelebung nach Austrocknen. Der

erste mehr wissenschaftliche Beschreiber Dutrochet rechnete Anfangs von den vier Fusspaaren drei denen der Insekten gleichwerthig, das hintere als Schwanzanhänge, welche auch bei Insekten und für Flügellose besonders bei den Thysanura als metamorphische Abdominalfüsse erscheinen; bei fortschreitender Kenntniss der Milben aber stellte er sie zu diesen, wie das schon O. F. Müller gethan hatte, und später Kaufmann that. De Blainville hielt sie für Käferlarven. Sigismund Schultze, welcher den Macrobiotus Hufelandii nach vier Jahren aus der Auftrocknung erwachen sah, stellte ihn wegen der harten Decken, der Segmentirung der gegliederten Füsse mit Krallen und, die Darmbewegung missdeutend, wegen vermeintlicher Blutgefässe unter die Isopodenkrebse, zu niederst wegen Mangels der Kiemen und des Herzens; Ehrenberg die Gattung Trionychium zu den wurmförmigen Lernäenkrebsen; Dujardin verband die Tardigraden erst mit den Räderthieren als des Wimperkranzes entbehrende kriechende Systoliden und stellte sie später zwischen die Anneliden und Nematoden; Claus führt sie als hermaphroditische Arachnoideen mit saugenden und stechenden Mundtheilen und kurzen, stummelförmigen Beinen, ohne Herz und Respirationsorgane.

Die durch die vier Fusspaare, durch die Haare, die Schilderbildung, die eigenthümlichen Häutungen gegebenen Verhältnisse schliessen diese Thiere ohne Zweifel den Milben nahe an. Es giebt auch Milben, welche der Athmungsorgane entbehren. Dass das Abdomen das hintere Fusspaar nicht überragt, erscheint sehr unwesentlich. Am Aehnlichsten kommen in äusserer Erscheinung die Hypoderas-milben. Diese haben zwar noch Oberkieferscheeren; eine Umwandlung von Scheeren zu stechenden borstenartigen Stücken vollzieht sich aber bei den Milben mehrfach, so von den Gamasiden ausgehend bei den Dermanyssus, auch bei den Tetronychus und Cheyletus. Auch fehlt es bei den Milben nicht an Beispielen starker Verkümmerung der Unterkiefer, von welchen ohnehin nur die Taster abgegliedert zu sein pflegen. Andererseits sind unter den Tardigrada wenigstens bei Arctiscon gewisse Fortsätze als Palpen gedeutet worden. Aus dem Hermaphroditismus ein Merkmal von entscheidendster systematischer Bedeutung zu machen, haben wir längst aufgegeben und Zusammenrückung oder deutliche Trennung von Ganglien in einem Bauchmarke hängt bei Arthropoden zu sehr mit der Zusammenrückung der abhängigen Theile zusammen, als dass wir bei den Tardigrada mit ihren distanten Fusspaaren gegenüber den Milben mit den mehr zusammengeschobenen aus der Gegenwart einer Ganglienkette statt eines Nervenknotens etwas machen sollten. Die Tardigraden sind also hermaphroditische Milben mit unvollkommenen Mundwerkzeugen, kurzen auseinander gerückten Fusspaaren und dem entsprechend gegliederter Ganglienkette.

Nach den Untersuchungen von Doyère und genauer von Greeff

würden sehr auffälliger Weise die Tardigrada ihr **ganzes** Zentralnervensystem unter dem Darme liegen haben. Der Verdauungskanal würde nicht mit dem Schlunde zwischen einer supraoesophagealen und einer infraoesophagealen Ganglienmasse durchtreten, wie das sonst bei den Arthropoden der Fall ist. Sollte sich das bestätigen, so würde nicht allein Abschwächung der supraoesophagealen Partie und Verlegung des Schwerpunktes des Schlundrings an den Bauch, wie das mit Verringerung der peripherischen Organe am Rücken des Kopfes gewöhnlich ist, sondern auch die Vertretung des Nervensystems bei niederen Würmern nur durch Knoten, ohne Schlundring, mit in Anspruch genommen werden dürfen, um diese Abweichung zu begleichen. Dass von dem ersten, ventralen, Ganglion Nerven für dorsale Augen entspringen sollen, ohne eine dorsale Kommissur zu besitzen, ist allerdings zu verwundern. Hier berührt uns das besonders, weil die nach **Greeff's** Abbildung noch weiter vorn von jenem Ganglion ihre Nerven empfangenden, von **Doyère** als Palpen*) angesehenen Stücke kaum dem Munde zurechenbar sein würden, wenn der vordere Ganglionantheil wirklich als ein Ersatz des supraoesophagealen anzusehen wäre. Ihre Deutung als den Antennen verwandte Riechhöcker würde dann viel für sich haben und ich möchte sie, wenn jenes richtig ist, nicht Palpen nennen, da solche bei den Milben erst den Unterkiefern angehören. Den übrigen fehlen diese Stücke**), aber bei Emydium führt Doyère am Rüssel selbst sowohl borstenförmige Fäden als tasterförmige, weiche und platte Anhänge an. Eine vollkommene Beziehung der den Mund umstehenden und ihm zugetheilten Organe der Tardigraden unter einander oder im Vergleiche mit den Milben ist demnach noch nicht geliefert.

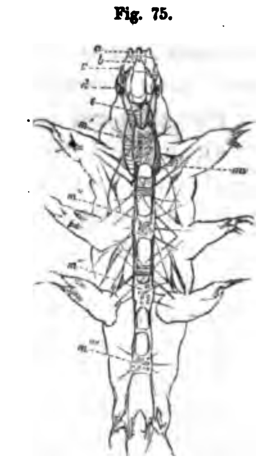
Im Einzelnen hat **Doyère** an den Einrichtungen zur Nahrungsbewältigung unterschieden die Mundhöhle, den Bohrapparat und den Saugapparat. Die Mundhöhle hat bei Emydium einen engen Eingang, sonst ist sie von einem Ringwulst umgeben und dieser trägt bei Milnesium sechs ungleiche bewegliche Palpen auf dem äusseren Rande und sechs mit diesen abwechselnde innere, nur bei starkem Druck vortretende. In die Mundhöhle münden zwei Gänge von Speicheldrüsen. Den Bohrapparat möchte ich den Oberkiefern der Milben gleich stellen, in der Art, dass die basalen Theile in Taschen des Mundes zurückgezogen, die Spitzen in der Mittellinie zusammengelegt sind im hinteren Theil der Mundhöhle, nach **Doyère** der Pharyngealgegend, und vorgeschoben werden können. Diese Kiefer oder

*) **Doyère** setzt sie als Palpes de l'anneau pharyngien den Palpes extérieurs de la ventouse entgegen.

) Wenn die von **Dujardin abgebildete Gattung Lydella hierher gehört, wofür nach deren Abbildung der Schlundkopf angeführt werden könnte, so würde sie andererseits an unvollkommene Poduriden erinnern.

Stechborsten sind bei Macrobiotus am stärksten, bei Milnesium ausserordentlich klein, ohne Basen, ihre Bewegungen sind unregelmässig. Auch sie scheinen von Speicheldrüsen, Giftdrüsen, begleitet. Die Spitzen sind bei Macrobiotus mit kohlensaurem Kalk imprägnirt, wie Krebsschalentheile. Der „Saugapparat" ist im Wesentlichen ein muskulöser Schlundkopf, in welchen das Speiserohr eintritt, bei Macrobiotus durch sechs Reihen von je vier Chitinstücken gestützt und mit ihnen arbeitend. Die „Anomalien", welche Doyère in der Einrichtung der Mundwerkzeuge bis zur Verkümmerung fand, dürften Verschiedenheiten des Alters und Geschlechts bezeichnen. Hinter dem Saugapparat geht das Speiserohr bald in einen einfachen Magensack über, welcher mit einzelnen aber unregelmässigen Aufblähungen versehen, und gegen den dorsal mündenden Mastdarm abgeschnürt ist. Die Magenwände sind zottig, sie imprägniren sich mit den Färbungen genossener Speise und scheiden schliesslich gallenartig grüne Sekrete in die Verdauungshöhle aus.

Fig. 75.



Arctiscon Milnei S. Schultze (Milnesium tardigradum Doyère); Darstellung nach Greeff, etwa 150mal vergrössert.
a. Die Palpen. b. Die in der Mundhöhle liegenden Bohrstachel. c. Die Riechfortsätze. d. Die Augen. e. Der Schlundkopf. nn. Die Verbindung der Nerven mit den Muskeln. m' m'' m''' m''''. Die vier Ganglienknoten des Bauchmarkes nach der Reihe.

Die Tardigraden leben von Räderthierchen und Infusorien, auch eine Art von andern, indem sie die Opfer anstechen und aussaugen. Nur bei solchen mit weitem und wenig bewaffnetem Schlunde, wie Milnesium, findet man feste Theile der Beute im Magen, Räderthierkiefer, welche anzunehmen zwingen, dass sie die ganzen Thierchen verschlungen haben.

Durch die Vermittlung der Milben lässt sich noch eine andere Ordnung, die der Pentastomidea oder Linguatulidea der Klasse der Arachnoiden anschliessen. Diese leben im geschlechtsthätigen Zustande in offenen Höhlen von Wirbelthieren, namentlich den Nasenhöhlen hundeartiger Thiere, aber auch des Pferdes, so Linguatula taenioides, und den Lungen oder der Luftröhre der Schlangen, zum Beispiel Linguatula Diesingii in Python Sebae bis 14 cm. lang, die Männchen überall kleiner, im unreifen Stande in der Leber, auch frei in der Bauchhöhle von Nagern, besonders Kaninchen und Hasen, aber auch der Raubthiere, so des Löwen, der Wiederkäuer und des Menschen, selbst der Fische. Sie wurden zuerst von Chabert, Abilgaard, Fröhlich und A. v. Humboldt im vorigen Jahrhundert gefunden. Nach vorbereitenden Untersuchungen, namentlich von Rudolphi, Cuvier, Mehlis (diese allerdings erst später durch R. Leuckart bekannt geworden), während welcher die Ordnung bei den Eingeweidewürmern belassen

blieb, welchen sie die, sei es bei grösserer Länge deutlicher bandwurmartig gegliederte, sei es trematodenartig zungenförmige Gestalt hatte anschliessen lassen, unter Vergleich der Hakenpaare neben dem Munde mit Hafthaken von Plathelminthen oder mit Saugscheiben, wurde zuerst von P. J. van Beneden 1849 die Zugehörigkeit zu den Arthropoden behauptet. Das geschah zum Theil auf die Muskelquerstreifung, welche den Helminthen abgeht; vielleicht wesentlicher auf die Entwicklungsgeschichte, welche bei der bereicherten Kenntniss über Larven der Crustaceen, besonders der niederen, deren nicht ungewöhnlich erst fortschreitende, dann rückschreitende Metamorphose Aufsehen erregt hatte, es nahe legte, in gleicher Weise die hinten wie geschwänzten, mit deutlicheren Gliedern versehenen und für die Mundtheile besser als die Erwachsenen verständlichen Embryonen der Pentastomiden aufzufassen. Zuerst Schubart, dann Leuckart haben sie lieber zu den Arachnoiden gezogen.

Die Pentastomen sind getrennten Geschlechts und haben einen einfachen Nervenknoten. Die erwachsenen sind theils lang und zylindrisch, theils breit, flachgedrückt, kürzer; sie sind in der Haut mit Ausnahme des Vordertheils regelmässig geringelt, das gemeine des Hasen mit neunzig Ringeln, andere mit vierzig, dreissig und weniger. Vorn lassen sich vier Abschnitte zusammen als Kopfbrusttheil, Cephalothorax, unterscheiden. Neben dem Munde stehen am breiten Vordertheil zwei Paar Haken, je eins am dritten und vierten thorakalen Abschnitt, welche durch die genauere Untersuchung als Klauen eines kurzen zweigliedrigen Beines erscheinen. Der vorderste Ring hat keine Anhänge; zwischen ihm und dem zweiten öffnet sich ein grosser klaffender Mund und an der Bauchseite des zweiten liegen ein Paar Tastpapillen. Der After, klein und unscheinbar, fällt mit der Hinterleibspitze zusammen. Am Verdauungsrohr bemerkt man zunächst einen Mundtrichter, dann einen umgekehrt herzförmigen Pharynx, innen mit Rauhigkeiten bewaffnet, welcher durch besondere Muskeln stempelartig in die Mundhöhle vorgestossen und zurückgezogen werden kann, einen schmalen Oesophagus, einen frei im Coelom hängenden Magen mit Epithellager und Muskelwand und einen Mastdarm, welchem, wie dem Oesophagus, das Epithel fehlen soll. Das wird mehr zu bedeuten haben, dass das Epithel als chitinogene Membran an diesen Stellen weniger deutlich ist als die von ihm produzirten zarten Chitinbelege, Cuticulae, und

Fig. 76.



Pentastomum taenioides Rudolphi, Jugendstand (P. denticulatum Zenker), aus der Leber des Kaninchens, etwa 15mal vergrössert.
a. Der Mund. b. Die Fühler. c. Fuss des ersten Paares. d. Fuss des zweiten Paares. e. After.

ein anderes Ansehen hat als das reine, weiche Epithel des Magens. Beträchtliche Drüsen, welche früher dem Verdauungsapparate zugerechnet worden sind, hat Leuckart als zu den Fusshaken gehörig erkannt. Die Pentastomen fressen Schleim, Blut, auch wohl Galle und seröse Ausscheidungen ihrer Wirthe.

Von diesen zweifelhaften Arthropodenformen können wir auf zwei Wegen aufsteigen. Gervais und van Beneden sahen die Pentastomen als eine Unterordnung der Krebsthiere an, welche zu den typischen Krebsen sich verhalte parallel dem Verhältniss der Simoniaden zu den höheren Arachnoiden; die meisten Autoren reihen sie den Simoniaden und ähnlichen Milben direkt an. Die Entscheidung nach Athmungsorganen lässt hier ebenso im Stich, wie die nach Zahlen der Segmente oder Gliedmaassenpaare oder nach Art und Form der zum Munde zugetheilten Glieder. Nur der Umstand, dass die niederen Krebse im Uebrigen einheitlicher zusammengehalten werden vermittelst der in hohem Grade gleichen Jugendformen, scheint es natürlicher zu machen, das Abweichende, wenn eben möglich, durch die Milben den Arachnoiden anzuschliessen. Wir wenden uns deshalb von den Pentastomen eher zu den Acarina und damit zu den Arthropoda tracheata.

Linné hat verschiedene Milben, welche, wie Zecken, Krätzmilben, die an allerlei Haushaltungsgegenständen sich findenden Tyroglyphus, schon dem Aristoteles, zum Theil schon älteren Schriftstellern, vielleicht der Zeit der homerischen Dichtungen bekannt gewesen, und von Moufet und Aldrovandi wieder aufgenommen worden waren, und einige weitere unter dem Gattungsnamen Acarus neben den Spinnen unter seinen Insecta aptera zusammengestellt. Daraus ist, nachdem von den Aptera durch Latreille die Crustaceen, Arachnoiden, Myriapoden als besondere Gruppen abgelöst worden waren, unter den Arachnoiden die Ordnung der Acarina entstanden, zu welcher bald sehr zahlreiche und mannigfaltige weitere Gattungen und Arten gefunden wurden. Durch den Mangel eines Schwanzanhangs, der Absetzung und Gliederung des Hinterleibs und scheerenförmiger Unterkiefertaster lassen sie sich vollkommen von den verschiedenen höheren Ordnungen der Arachnoiden trennen. Ringelung der Haut, Trennung abdominaler Deckplatten des Leibes von thorakalen, die fast scheerenförmige Bildung der Unterkiefertaster bei den Trombididen und weiter, die Beschränkung der Füsse auf zwei Paare bei den Phytoptiden oder ihre Unvollkommenheit bei den Dermatophilen, der Mangel der Tracheen bei jungen Thieren und kleinen Arten, aber andererseits auch die mögliche starke Beweglichkeit des Leibes hinter dem thorakalen Abschnitte bei der zusammenschlagbaren Oribatide Hoplophora lentula Koch oder nitens Nicolet, zeigen, bei den Akarinen, selbst ohne die Tardigraden und Pentastomen, ein Material, geeignet, nicht nur den Zusammenhang mit den Spinnenthieren, sondern Beziehungen nach unten

und zu, an anderen Stellen nicht ausgebildeten, in dem Arachnoidenhaupttypus unbekannten Entwicklungsmodalitäten darzustellen.

In der Zahl der Füsse nehmen die Phytoptiden, in der Grössenentwicklung derselben die Dermatophilen den niedersten Rang ein. Beide reihen sich durch die Ringelung des Körpers den Pentastomen äusserlich an.

Die Haarsackmilben, Dermatophili, Demodecidae, Simoneadae, wurden 1841 von Berger, Henle und Simon entdeckt. Die des Menschen sind in den Drüsenbälgen der Nasenflügel so gemein, dass ich, als ich eine Zeit lang alle Leichen im Heidelberger Hospital darauf untersuchte, sie bei jeder fand. Erichson gab dieser Art den Namen Acarus folliculorum, Miescher nannte sie Macrogaster platypus, Owen 1843 die Gattung Demodex, Gervais 1844 Simonea. Leydig wies die spezifischen Unterschiede der Arten an Hund, Katze und Fledermaus nach. Sie finden sich auch an anderen domestizirten und wilden Thieren. Nach Landois sollen sie durchaus den Tardigraden, aber nicht den Milben zugestellt werden, auch Oreste vereinigt sie mit jenen.

Fig. 77.

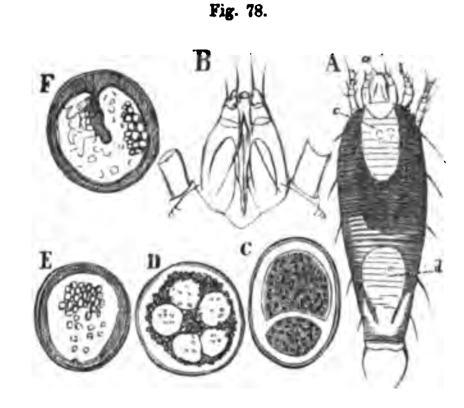


Demodex folliculorum Simon und Erichson, etwa 200mal vergrössert. a. Kopf mit Tastern und Stileten. b. Ei.

Zu den Seiten des Mundes steht ein Paar Maxillartaster, welche wahrscheinlich dreigliedrig sind, und an welchen Landois das Basalglied als Tasterscheide bezeichnet. Dazwischen werden zwei Paar arbeitende Mundwerkzeuge als Kiefer und Stilete unterschieden. Die Kiefer, wenigstens theilweise zu einem Rüssel verbunden, können leicht den bei den Milben, wenn überhaupt vertreten, verschmolzenen Unterkiefern, Maxillen, die Stilete den Oberkiefern, Mandibeln, parallelisirt werden. Auf einen engen Oesophagus folgt ein Magen, welcher halbkuglige Anschwellungen zeigen kann und welchem eine bräunliche „Leberschicht" aufliegen soll. Der Mastdarm kann wie bei anderen Milben Harnkügelchen enthalten. Die Kothentleerungen sind selten gesehen worden. Leydig meinte sogar, der After möge fehlen. Die ausserordentliche Zartheit der Thiere, welche in mikroskopischen Präparaten durch die Durchsichtigkeit ganz zu verschwinden pflegen und die Verunreinigungen mit der Hautschmiere erschweren sehr die Untersuchung. Die Thiere fressen die Absonderung der Haarbälge, in welchen sie wohnen, veranlassen durch die Beschädigung der Haarwurzeln, wo den Bälgen zugetheilte Haare von Bedeutung sind, auch Haarausfall und der Räude ähnliche Erscheinungen, so Simonea canina bei Hunden, ovina in den Augenlidrändern der Schafe.

Die Phytoptidae, zuerst von Réaumur in den Galles en clou der Lindenblätter entdeckt, wurden wegen ihrer zwei Fusspaare um so mehr für Larven angesehen, als Dugés und Burmeister nachgewiesen hatten, dass achtfüssige Milben sechsfüssige Larven haben können. Ich habe bewiesen, dass sie in derselben Gestalt, in welcher sie aus dem Ei hervorgehen, geschlechtsthätig werden *). In Haaren, welche sich auf den verschiedensten Körperstellen finden, die Vertretung zweier hinterer Fusspaare zu suchen, wie das Landois gethan hat, geht gar nicht an. Die zwei Fusspaare stehen vorn und der Körper ist geringelt wie der der Pentastomiden und der Hinterleib der Simoneaden. Die Zartheit der Fusspaare und ihre Stellung zu dem abgesonderten Mundkegel gestatten, dass die Ringelung am eigentlichen Leibe bis ganz vorn geht; letztere trifft, ohne tiefere Bedeutung, nur die Haut. Die Mundtheile zu bestimmen, ist auch hier bei deren Verkümmerung und einer Grösse von 0,1—0,25 mm., bei Phytoptus tiliae gar nur 0,07—0,2 für die erwachsenen ganzen Thiere, nicht leicht. Sie ragen, zusammen kegelförmig oder helmförmig nach unten und vorn gerichtet, über den Vorderrand des Körpers vor. Die Seiten nimmt, wie zum Theil erst tausendfache Vergrösserung erkennen lässt, ein Paar dreigliedriger Maxillartaster ein. einfach nach vorn verjüngt, deutlich verkürzte Füsse, aber statt mit Krallen nur mit Borsten endend. Zwischen ihnen tritt der mittlere Maxillartheil als ein feines spitzes Kinn vor. Darauf liegt, wie es scheint, verschmolzen ein Mundrohr, in welchem ich einige feste Stücke als Stechborsten, Mandibeln, deuten zu können meine. Einem birnförmig anschwellenden Oesophagus folgt ein mässig erweiterter Magen und ein ziemlich langer grade nach hinten führender engerer Darm. Zuweilen erzeugen die Phytoptusmilben an den von ihnen bewohnten Blättern Gallen in Form auf der unteren Blattseite zugängiger Erhebungen, bei der Linde scharf kegelförmig,

Fig. 78.



Phytoptus gallarum Tiliae Turpin. A. Die ganze Milbe etwa 500mal vergrössert. (Der Holzschneider hat den zweiten Fuss links ausgelassen).
a. Mundkegel mit den Tastern. c. Magen. d. Männlicher Geschlechtsapparat. B. Mundkegel mit den Tastern, etwa 800mal vergrössert. C—F. Eier in verschiedenem Grade der Dottertheilung und Embryonalentwicklung bis zur Herstellung des Embryo mit noch unverbrauchter Dottersubstanz im Hinterleibe, etwa 400mal vergrössert.

*) Die von mir über diese Gattung 1857 in den Verhandlungen des Naturhistorisch Medizinischen Vereins zu Heidelberg Bd. I. veröffentlichte Mittheilung ist von der Mehrzahl der späteren Beobachter bedauerlicher Weise nicht beachtet worden.

einem kleinen Nagel ähnlich, bei anderen nur Beulen und im Innern Wucherungen von Pflanzenhaaren, sogenannte Erineen oder Phylleriaceen, oder auch diese Haarwucherungen allein, was neuerdings am ausführlichsten Fr. Thomas verfolgt hat. Das scheint zu beweisen, dass sie das Pflanzengewebe nicht allein mechanisch durch das Einstechen ihrer Mandibeln, sondern auch durch das Eintröpfeln eines scharfen Speichels reizen. Ich habe aber Speicheldrüsen nicht zu erkennen vermocht.

In den vorausgehenden Schilderungen ist schon von gewissen Benennungen Gebrauch gemacht worden, welche entlehnt sind von der Benennung der Theile, der Orismologie, bei höheren Gliederthieren, namentlich den Insekten, und auf deren Prinzipien wir, ehe wir vollkommnere Mundwerkzeuge besprechen, eingehen müssen.

Das Verständniss der Mundwerkzeuge der Insekten und anderer Arthropoden beruht auf dem der Gliedmaassen im Allgemeinen. Leibessegmente können Glieder tragen, das heisst es können sich von den einzelnen in einer ähnlichen Gliederung und Einlenkung, wie die Metameren sie unter einander haben, Partieen frei machen, nach der seitlichen Symmetrie paarig oder median verschmolzen, welche, in erster Entstehung solide ektodermale Warzen, weiter jegliche Entwicklung, namentlich Mesodermalbildung und auch Eindringen des Coeloms, an sich erfahren können. Die mit ihnen vorzüglich ausgerüstete Fläche wird dadurch Bauchfläche, weil bei der Bewegung dem Boden zugewandt; es können aber ähnliche Abgliederungen nicht allein in dorsoventraler Symmetrie auch am Rücken vorkommen, sondern man muss jede Stelle ringsum an einem Leibesring als einer stärkeren Vortreibung und eines Fortschritts aus Höckerbildung zur Bildung eingelenkter und gegliederter Anhänge im Prinzipe fähig erachten. Aus solchen Möglichkeiten sind besondere Ausführungen mit kolossaler Bevorzugung ausgewählt, wir mögen denken, durch den erwachsenen Nutzen, so die Vertretung von Kauwerkzeugen um den Mund, von Gehfüssen, Grabfüssen, Springfüssen, Schwimmfüssen u. s. w. am Mittelleibe, Thorax, oder auch weiter rückwärts; von Geschlechtsanhängen hinten; von Fühlern und Augen, welche gestielt und beweglich ihre Gliedmaassennatur deutlich machen können, vor dem Munde und vielleicht als dorsale Entwicklungen anzusehen; von Flügeln am Mittelleibe, Thorax, dorsal; und ausserdem von etwaigen äusseren Athemwerkzeugen, Kiemen, an sehr verschiedenen Stellen. Man kann Alles das als Gliedmaassen, Epimeren*), oder, um den Vergleich drastischer zu machen, als Füsse bezeichnen und, wie von Gehfüssen und Schwimmfüssen, so von Kaufüssen, Sehfüssen, Riechfüssen reden.

Das Prinzip der Abgliederung, zunächst angewendet zur Gliederung

*) Der Ausdruck Epimeren dient hier im weiteren Sinne, nicht in dem engeren der entomologischen Orismologie, in welcher Audouin damit innere, der Hüftgrube zugewendete Brustplattenstücke der Insekten bezeichnete.

des Rumpfes nach Metameren und zur Einlenkung von Epimeren an den Metameren, kann weiter durch Auflösung der Epimeren in auf einander folgende Stücke zur Bildung epimerischer Reihen zur Geltung kommen. Das stellt die Arthropoden als Thiere mit gegliederten Füssen den Anneliden gegenüber. Die Möglichkeit solcher bestimmten Gliederung beruht auf der energischen Chitinablagerung auf der Haut, wechselnd mit geringerer, und so hat dieser eigentlich etwas sekundäre Umstand auf die Zutheilung von Thieren zu einer oder der anderen Gruppe einen entscheidenden, vielleicht zu grossen Einfluss. Die Eintheilung der gemeinen Füsse in Folgestücke geht bei den Insekten sehr gewöhnlich auf die Zahl neun und man nennt im Vergleich mit Wirbelthieren, allerdings ohne innere Berechtigung, diese Stücke von oben herunter Hüfte, Coxa, Roller, Trochanter, Schenkel, Femur, Schiene, Tibia, und die fünf letzten die Fusswurzelglieder, Tarsi, welche dann noch die Krallen tragen. Verringerung der Tarsen, selbst bis auf ein Glied, vermag schon bei den Insekten die Zahl erheblich zu modifiziren; grösseren Aenderungen ist sie bei anderen Tracheaten unterworfen, unter welchen z. B. die Kankerspinnen bis vierzig Tarsenglieder haben können.

Neben dem Prinzipe der Theilung in Folgestücke zeigt sich an den Gliedmaassen ein weiteres, das der Theilung in parallele Reihen, der Spaltung. Von diesem findet sich allerdings bei den Krebsen die ausgezeichnetste Vertretung, sowohl was die Zahl der gebildeten Reihen, als was die Verschiedenartigkeit derselben in Gestalt und Gebrauch betrifft. Solche parallele Reihen in den Gliedmaassen eines Segmentes können dieselben Ergänzungen zu einander ausüben, wie sie zwischen den Epimeren verschiedener, einander folgender, Segmente bestehen. Wenn unter Umständen gewisse Regionen vorzüglich Epimeren im Dienste der Sinnesempfindung, andere der Nahrungsbewältigung, andere der Ortsbewegung, der Athmung, der Geschlechtsfunktion tragen, so sind unter anderen Umständen durch das Prinzip der parallelen Reihen mehrere Verrichtungen am selben Segmente möglich, allerdings mit einer gewissen Spezialverbindung für die Funktion in der besonderen Region, gegenüber dem sonstigen Zusammenwirken erst für das Ganze.

Die parallelen Reihen der Epimeren können dabei von der Wurzel an getrennt sein, oder von einfachen gegliederten Grundlagen getragen, erst im Verlaufe sich sondern. Das Eine und Andere giebt ungleich starken Antrieb, diese ganze Gliederung ideal durchzuführen auf die Segmente selbst, also in solchen Fällen eine Metamere des Rumpfes als aus mehreren Stücken verschmolzen anzusehen, welche einzeln einer einzigen Reihe von Gliedmaassenstücken entspräche. Bei den Myriapoden oder Myriopoden haben wir ja Segmente, welche zwei hinter einander folgende Fusspaare tragen, und andere Fälle, in welchen die einzelnen Segmente nach ihren Nähten eigentlich je zwei zu repräsentiren scheinen, obwohl sie nur ein Fusspaar

tragen. In der Regel aber erscheinen die parallelen Reihen der Gliedmaassen vielmehr entstanden durch Spleissung in über einander liegende, als in hintereinander liegende Stücke und demnach weniger eine Gliederung in eine grössere Anzahl von Metameren als die Fähigkeit der Metamere anzudeuten, auf verschiedenen Stellen der Peripherie, epimerische Vortreibungen zu bilden, welche entweder ganz und bis zur Antithese von dorsal und ventral getrennt, oder in gemeinsamer Basis verschmolzen sein können.

Schon an den Füssen der Insekten kann es nach dem Prinzipe der parallelen Reihen verstanden werden, wenn an der Schiene neben der Wurzel der Reihe der Tarsenglieder ein beweglicher Enddorn eingesetzt ist. Es führt gerade die hiermit gegebene Form bequem zu der den Insekten gewöhnlichen Einrichtung gewisser Mundwerkzeuge über, an welchen auf gemeinsamer Basis nach Aussen ein, ebenfalls häufig fünfgliedriger, Taster, nach Innen aber eine nicht gegliederte Kauplatte, ein Kiefer, sich findet. Solche Mundgliedmaassen wären jenen Füssen dahin zu vergleichen, dass bei ihnen die einfache tragende Grundreihe sehr beschränkt, bei den Füssen sehr gut in vier, zum Theil sehr bedeutenden, Stücken, der Hüfte bis einschliesslich der Schiene, entwickelt wäre, wodurch die Gestalt und Verwendung des ausschreitenden Fusses gegeben ist. Taster unterscheiden sich dabei von den Tarsenreihen der Füsse im Allgemeinen durch den Mangel der Krallen. Was sonst bei Füssen, in Combination der physiologischen Arbeiten und uns von unseren Händen her besonders gut verständlich, als Nebenrolle neben dem Gebrauch für Ortsbewegung auftritt, die Leistung für das Gefühl, bleibt bei solchen Tastern allein übrig und steigt in Bedeutung. Die Taster, Palpi, an den Mundorganen werden die besonderen Organe zur Untersuchung der Speise mit Flächenberührung. Den am Kopfe vor oder über dem Munde stehenden Fühlern, Antennae, welche nicht besonderen Mundorganen zugetheilt sind, vielmehr den ganzen Körper leiten, obgleich sie vielleicht als zu den der Palpen entbehrenden Oberkiefern gehörig angesehen werden dürfen, ist starker Grund vorhanden, die Geruchsempfindung zuzuschreiben.

Die Geruchsempfindung scheint unter den spezifischen Sinnesempfindungen diejenige zu sein, welche von der allgemeinen Gefühlsempfindung sich am wenigsten ablöst und es sind sowohl die gestaltlichen Anordnungen der Riechorgane, in der allmählichen Befreiung von der Combination mit dem ihnen so dienlichen Luftathmungsgeschäft, dann der Umwandlung der Riechgruben in Tentakel und Antennen, wie der Gebrauch bei niederen Thieren dazu angethan, von der Empfindung der Widerstände und der Temperatur die der Geruchsqualität, deren Wahrnehmung die direkte Berührung mit den Gasen verlangt, nicht als überall so scharf geschieden, so spezifisch erscheinen zu lassen, wie bei uns und höheren Thieren. Die zum Munde stehenden Palpen mögen also ebenfalls riechen, vielleicht auch

schmecken, in Diffusion von Gasen und Flüssigkeiten durch die dünneren Stellen, die Grübchen oder Erhebungen, Haare, welche ihre Chitindecke ausrüsten.

Bei den Insekten können auf einfacher Grundlage die parallelen Reihen am Munde bis zur Dreizahl vertreten sein, so z. B. bei denjenigen Käfern, welche sechs Palpen besitzen dadurch, dass am Unterkiefer ausser der kauenden Lade, dem Lobus, der Lacinia, ein innerer, zweigliedriger und ein äusserer, fünfgliedriger sich finden, und bei den Heuschrecken, bei welchen der innere Palpus unter der Form eines Helmes, Galea, als Schneidendecker der Lade auftritt. Die Hauptvertretung der auf einander folgenden paarigen oder in der Mittellinie unpaar verschmolzenen Stücke bilden von vorne nach hinten die mediane ungegliederte Oberlippe, Labium oder Labium superius, die paarigen aber nicht gegliederten und nicht gespaltenen Oberkiefer, Mandibulae, die paarigen, zuweilen, so bei den Tigerkäfern, Cicindela, schon an der Lade durch eine eingelenkte Endspitze gegliederten Unterkiefer, Maxillae, welchen gewöhnlich ein oder auch zwei Paar gegliederter Taster zukommen, Palpi maxillares externi und interni, von welchen die letzteren auch, der Gestalt entsprechend, Lobi externi heissen können, auf die Laden, als Lobi interni, bezogen, und endlich die diesen Maxillen in Allem sehr ähnliche Unterlippe, Labium oder Labium inferius, deren innere Stücke aber durch die im Abschluss des Mundes geschehene Verschmelzung nach der Mittellinie ihrer Sonderung verlustig zu werden pflegen, so dass sie gewöhnlicher ein der Oberlippe ähnliches, jedoch meist mit Tastern ausgerüstetes, übrigens median einfaches Stück bildet. Zuweilen sind die medianen Stücke in noch grösserer Zahl abgesetzt, so über dem Munde noch eine Epiglottis, hinter demselben, ausser der etwa von genannten Theilen gebildeten, noch eine besondere Zunge, Lingua; aber man wird diese Stücke wohl als Entwicklungen betrachten dürfen, welche den erst gedachten zugetheilt und nicht als besondere Gliedmaassenpaare vertretend anzusehen seien.

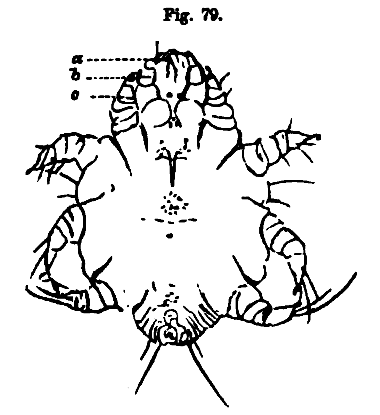
Die Taster der Unterlippe, Palpi labiales, sind, wenn man den oben gegebenen Argumenten beitritt, bei den Spinnenthieren Füsse geblieben, insofern der Mund mit den Unterkiefern abschliesst, aber sie sind bei den Walzenspinnen, Solpugiden und den Phryniden ohne Krallen, lang vorgestreckt zum Tasten dienlich und bei den ersteren den Maxillartastern wesentlich gleich. Die Maxillen, indem sie den Mund abschliessen, unterliegen bei den Spinnenthieren einer Verkümmerung und Verschmelzung für die nach Innen liegenden Theile, die Laden, ähnlich wie das dem Labium der Insekten zu geschehen pflegt. Ihre Taster zeigen dabei eine grosse Mannigfaltigkeit in Gliederung und Gestalt. Namentlich tritt ein den Insekten fremdes Element, das der Scheerenbildung an ihnen nicht selten ein. Eine Scheere entsteht an Arthropodenfüssen, indem ein scheerenarmartiger

Fortsatz des vorletzten Fussgliedes dem letzten ähnlich gestalteten beweglichen Gliede lateral oder median, dorsal oder ventral als Widerpart dient. Aehnliche Effekte erreichen die Raubfüsse der Mantisheuschrecken und der Mantispiden an einer anderen Stelle durch Einschlagen der Schiene gegen einen gezähnten Schenkel. Viele Krebse besitzen bei einer weniger Scheerenarme als nur Dornen darstellenden Ausrüstung des vorletzten Gliedes an Stelle wirklicher Scheeren unvollkommnere Greiffüsse.

Noch häufiger ist die Scheerenbildung für das vorderste Paar der Mundwerkzeuge der Arachnoiden, die Oberkiefer, Mandibeln; aber auch das wird bei ihnen auf das Mannigfaltigste modifizirt und vermittelt. Es wäre thöricht, daraus, dass diese Oberkiefer ganz gewöhnlich mehrgliedrig sind, obwohl sie die geringste Gliedzahl der Fussanhänge besitzen, ihre Vergleichbarkeit mit den ungegliederten Oberkiefern der Insekten in Abrede zu stellen. Man müsste dann ebensowohl der Maxillarlade der Cicindelen wegen ihres eingelenkten Enddorns die Homologie mit den einfachen Maxillarladen der übrigen Käfer bestreiten.

Wir haben hiernach bei den Milben Oberkiefer und Unterkiefertaster, sowie etwaige den inneren Theilen der Unterkiefer zuzurechnende Stücke zu unterscheiden. Die Taster sind namentlich von Dugès zur Eintheilung angewendet worden; die Trombididen haben nach ihm Palpes ravisseurs, die Hydrachniden Palpes ancreurs, die Ixodiden Palpes valviformes, die Oribatiden Palpes fusiformes, die Bdelliden Palpes antenniformes, die Gamasiden Palpes filiformes, die Akariden Palpes adhérens. Dazu gesellen sich Verschiedenheiten der Oberkiefer, welche vollkommene, selbst dreigliedrige, Scheeren bilden, oder aus diesen durch Verfeinerung zu Stechborsten und durch Mangel des Fortsatzes am vorletzten Gliede zu Haken degradiren können und zuweilen eine besondere für die Nahrungserlangung nicht unwichtige rüsselartige Verlängerung des Maxillarmittelstücks. Am unvollkommensten und kleinsten sind die Mundwerkzeuge und hauptsächlich die Taster bei den versteckt oder parasitisch lebenden. Doch zeigt die Familie der Akariden selbst in den parasitischen Krätz- und Räudemilben, ja in den in der Haut der Mäuse und der Fledermäuse lebenden Myobien und, wie ich sie nennen will, Nycteridembien und den in den Lufträumen des Huhns sitzenden Hypoderas gallinae, noch sehr deutliche

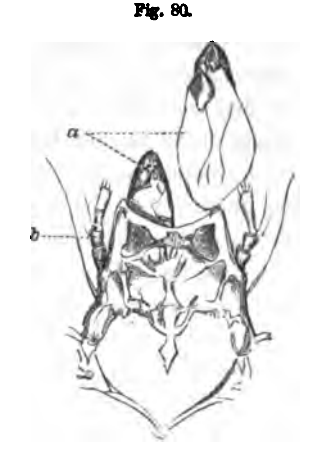
Fig. 79.



Myobia musculina Schranck? aus Nestern aus der Haut der Maus, etwa 160mal vergrössert.
a. Oberkiefer. b. Unterkiefertaster. c. Erstes Fusspaar, Unterlippentaster der Insekten.

zweigliedrige plumpe Oberkieferscheeren und kurze plumpe bis zu vier Gliedern besitzende Maxillarpalpen. Bei dem in den Muskelüberzügen der Tauben vorkommenden Hypodectes gourae*) mihi sind die Palpen auf zwei fast angewachsene Glieder beschränkt und die Oberkiefer, welche bei dem in den Palpen noch unvollkommneren Hypodectes nycticoracis noch als Stilete erscheinen, nicht zu finden, während bei diesen Hypodectes die Beine besser entwickelt sind als bei den Hypoderas. Bei Acarus plumiger, welcher in Schwalbennestern gemein ist, sind die dreigliedrigen Taster fein, die Scheeren gross, ihre Arme stark gezähnt und dieser Mundapparat wird von einem Mundkegel getragen, welcher, gegen den Rumpf beweglich, wesentlich von einer Unterkiefermittelplatte gebildet wird; dieses ähnlich bei der Käsemilbe Tyroglyphus siro, bei welcher nur die Taster wenig frei sind.

Fig. 80.



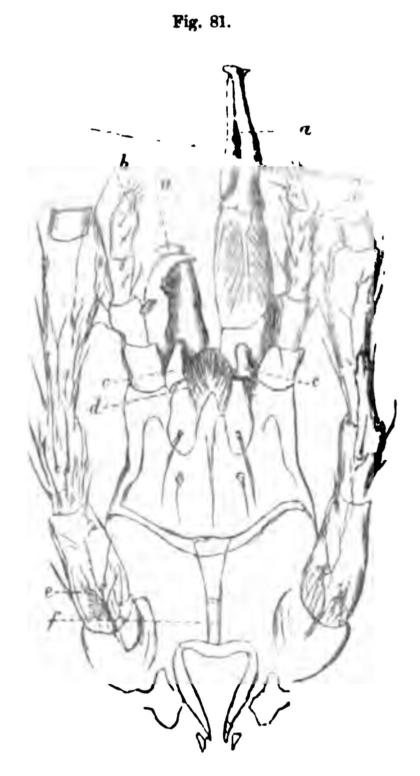
Milbe aus Schwalbennestern Acarus plumiger Koch. Mundtheile, etwa 200mal vergrössert. a. Scheerenkiefer. b. Unterkiefertaster.

Indem sich der Mundkegel und die Mundtheile strecken, entsteht die für sich frei umhertreibende Akariden der Gattung Tyroglyphus und ähnlicher gewöhnliche Gestalt. Besondere Modifikationen sind die viel stärkere Ausbildung des beweglichen Scheerenarmes bei einigen Männchen von auf Vögeln so häufig, seltener auf Säugern schmarotzenden Dermaleichusarten und die schaufelförmige Umwandlung der Palpen, auf welche ich die Gattung Listrophorus begründet habe, welche einige Nager räudig macht. Aehnliche Palpenformen reihen sich bei auf Mullwürfen und Mäusen vorkommenden Milben an und dabei sind die Mandibeln sehr klein und fein, wenn auch, wie es scheint, an der Spitze noch scheerenartig getheilt. Es scheint, dass hier die Maxillen, gegen einander und gegen eine die Mundtheile überragende Platte, Epistoma, arbeitend, Epithelien oder auch Haarstücke abkneifen und dem Munde überreichen können. Am nächsten schliessen sich die Gamasiden an, die theils frei, aber auch häufig von den an Käfern, welche sich mit Aas oder Dünger beschäftigen, hängenden Resten sich nährend oder entschiedener parasitisch gefunden werden. Die Kieferscheeren normaler Gamasiden sind stark, lang und dreigliedrig, ihre Unterkiefertaster fünfgliedrig; der Mundkegel ist stark ent-

*) Nach Vigioli lebt Sarcoptes Cysticola unter der Haut der Hühner ebenfalls in Kapseln zwischen Muskelfasern.

wickelt und hat ein gezähntes Epistom. Es ist bisher, wie ich glaube, unbekannt, dass die Gamasiden oft ein Paar eingliedriger innerer Maxillartaster oder Laden in Gestalt kleiner Zapfen neben dem Basalgliede der äusseren und auf dem zwischen diesen liegenden Kinne eine zarte zerfaserte Zunge von verschiedener Gestalt besitzen. Ferner habe ich gefunden, dass einige Gamasiden ventral an der Basis des Mundkegels, also gänzlich hinter dem, was den Maxillen zugerechnet werden darf, zwischen den Hüften des ersten Fusspaares, der Labialtaster der Insekten, zwischen zwei besonderen queren Chitinskeletstücken eine weitere mediane schmale, ziemlich parallelseitige vorgestreckte Zunge besitzen, welche mit zwei langen Borsten ausläuft. Dieselbe ist hier durchaus vom Munde ausgeschlossen, sie ist labial, die obige maxillar.

Fig. 81.



Käfermilbe Gamasus equestris Koch; Mundtheile, von der Bauchseite gesehen, etwa 150mal vergrössert.
a. Scheerenkiefer. b. Unterkiefertaster. c. Laden der Unterkiefer. d. Zungentheil des Unterkiefers. e. Erstes Fusspaar, Lippentaster der Insekten. f. Zungentheil dazu.

Es giebt unter den Gamasiden [illegible]saugende Gattungen. Bei diesen wird im Allgemeinen der Mundkegel klei[illegible], so we[illegible] es auch die Maxillarpalpen; die Oberkiefer aber [illegible] ausge[illegible]. Zuweilen [illegible] die Scheeren [illegible]ch ganz deutlich, [illegible] bei Dermanyssus [illegible], [illegible] eine Ste[illegible]borsten verw[illegible] Spitze man nur mit Mühe [illegible] rentheilung erkennt. Durch Verkümmerung eines Scheerenarmes mit Entwicklung des anderen zu einem langen hakig endenden Stücke zeichnet sich eine Form aus, welche ich Gamasus miles nenne. Eine andere G. pteroptognathus mihi, welche ausser dem gewöhnlichen stehenden Scheerenarm am vorletzten Gliede einen starken Haken nach vorn trägt, macht den Uebergang zu den seltsam plumpen Pteroptusmilben der Fledermäuse. Diese tragen auf dem zweiten Mandibularglied drei parallele Stücke, einen grossen spitzen feststehenden Haken und zwei zarte an der Spitze gesägte eingelenkte Stäbe, von welchen der eine etwas gebogen und löffelartig ausgehöhlt ist.

Während bei einigen Gamasiden der ganze Mundkegel in dem hart beschilderten Rumpf versteckt werden kann, so dass dann nur Scheeren und Taster vorgeschoben werden, ist bei anderen dieser Mundkegel sehr frei und wie gegen den Rumpf artikulirt.

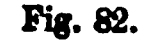


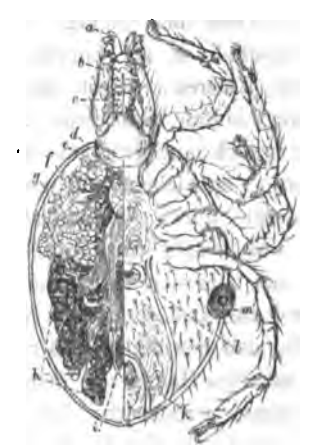
Fig. 82.



Fledermausmilbe Pteroptus vespertilionis Linné, Oberkiefer mit dreitheiliger Scheere endend, etwa 800mal vergrössert.

Die Fälle, in welchen sich dabei der mittlere Maxillartheil stark entwickelt, vorzieht, machen den Uebergang zu den Ixodidae, den Zecken. Bei den echten Ixodes bildet das maxillare Segment einen geschlossenen Ring, welcher seitlich viergliedrige Taster trägt, welche durch theilweise Verwachsung ihrer Glieder und plumpe, schalige Form viel mehr Deckstücke für die weiteren Mundtheile als aktionsfähige Glieder darstellen. In der Mitte bildet dieses Segment den festen Rüsselauswuchs, welcher seitlich und auf der Unterfläche gezähnt, oben in einer flachen Rinne die Mandibeln hin und her zu schieben erlaubt. An diesen sind das erste und zweite Glied verwachsen zu einem Basalstücke, welches statt des dritten Gliedes, des beweglichen Scheerenarmes der Gamasiden, zwei Haken und einen Hakendecker trägt. Indem die Thiere gegengestemmt den Rüssel einstossen, dann die Mandibeln vorschieben und deren Haken nach Aussen umknicken, gehen sie gewissermaassen in der Haut ihrer Opfer vor Anker und breiten derweilen die Tasterklappen zu den Seiten auf der Haut aus. Diese Besonderheiten werden durch Argas vermittelt, von welcher Gattung A. reflexus auch bei uns, von Taubenschlägen und Hühnerställen aus, Nachts Menschen gleich den Wanzen beunruhigt und A. persicus in der Gegend von Mianha über Verdienst als eine Lebensgefahr bringend angeklagt wird, welche wohl nur von der Fieberluft jener Gegenden herrührt. Die Mundtheile stehen hier mehr zurück, näher der Bauchmitte; sie sind nicht blos beim Saugen, sondern beständig abwärts gerich-

Fig. 83.



Die Zecke Ixodes ricinus Plinius ♀, nicht vollgesogen, etwa 15mal vergrössert; die eine Hälfte der Eingeweide ist blos gelegt.

a. Die Haken des Oberkiefers. b. Die Unterkiefertaster. c. Der Rüssel. d. Das Gehirn. e. Speichelgang. f. Speicheldrüse. g. Magen. h. Dessen Taschenanhänge mit Leberzellen. i. Kloake mit Harnkugeln. k. After mit Klappen geschlossen. l. Geschlechtsöffnung. m. Stigma mit becherförmigem Rande.

tet. Die zwei Mandibularhaken sind schwach, der Rüsselkolben ist weniger solid und die Maxillarpalpen sind, wenngleich nur viergliedrig, im Uebrigen ganz so geformt und so beweglich wie bei den Gamasiden. Es fehlt auch bei den zahlreichen Ixodes fremder Länder, den verwandten Hyalomma, Rhipistoma und anderen Gattungen nicht an Vermannigfaltigungen der beschriebenen Verhältnisse der Mundwerkzeuge. An heimischen Fledermäusen habe ich junge sechsfüssige Zecken mit Kiefertastern gefunden, gleich denen der Argas, bei Stellung der Mundtheile wie bei Ixodes, ähnlich dem Dermanyssus rubiginosus Kolenati, welcher aber kein Dermanyssus ist.

Die Oribatiden, wegen ihrer harten Schalen Käfermilben genannt, zum Theil sonderbar durch die Beweglichkeit des Hinterkörpers bei Hoplophora oder flügelähnlicher seitlicher Fortsätze bei Oribata, haben bei deutlich gegliederten drei- bis fünfgliedrigen spindelförmigen Tastern und Scheerenmandibeln nichts von den Gamasiden erheblich Abweichendes.

Auch bei den Bdelliden sind dieselben Elemente gegeben; nur sind die fünfgliedrigen Taster antennenartig gestreckt und im Knie geknickt, mit langen Haaren endend und der, die zweigliedrigen Scheerenmandibeln tragende, mittlere Maxillartheil bildet einen langen, kegelförmigen, aber ganz glatten Rüssel, welcher die Scheeren fern vom Rumpfe zu gebrauchen gestattet, ohne einer so energischen Verwendung wie der gezähnte der Ixodiden fähig zu sein.

Während bei jungen Wassermilben, Hydrachniden, und den den Trombididen als Larven zugehörigen, an Insekten, aber auch an anderen Thieren, selbst dem Menschen, schmarotzenden, Leptus und den verwandten Otonyssus an den Ohrrändern der Fledermäuse die Taster gleich angedrückten Armen wie bei den Krätz- und Räudemilben aussehen, entwickeln sie sich bei den erwachsenen Hydrachniden in der Regel durch hakenförmige Umschlagung des letzten Gliedes zu dem, was Dugès als Palpes ancreurs bezeichnete, jedoch mehr zum Fange als zum sich Festlegen dienend. So auch bei Scirus stabulicola*): während zuweilen selbst ein Scheerenende an den Tastern entsteht.

Bei den gewöhnlichen Trombididen giebt das vorletzte Glied durch einen scharfen Haken mit dem letzten, weicheren, behaarten, tastenden eine unvollkommene Scheere; bei der Büchermilbe, Cheyletus eruditus, stehen neben einem scharfen Endhaken nur einige gefiederte Borsten.

Die Oberkiefer enden bei Scirus noch mit Scheere, bei Trombidium mit einem gezähnten Haken, welchem ein unvollkommener Scheerenarm entgegen steht, bei manchen Hydrachniden, auch bei Otonyssus, mit starken Haken; bei anderen Hydrachnen werden sie wie bei Cheyletus stiletförmig und bei Tetranychus sind sie lange elastische, wie federnd in einem Mundkegel steckende, Borsten.

*) Der nicht zu den Bdelliden gestellt werden kann.

hinten gebildete
...opoden
Ga-

...t-
...gnin,
...ven zu
bei sonst
...ieselbe der
...rsten endende
...siden. Da zwi-
...siden ein scharfer
...t darum gegen Megnin
...l anzunehmen, dass die
...us auf einen Hypopus-
Die Charaktere der jungen
...ebenbei mannigfaltig genug



Fig. 84.

Die Büchermilbe Cheyletus eruditus Schranck, vom Rücken gesehen, etwa 100mal vergrössert. a. Die armförmigen mit Haken endenden Unterkiefertaster. b. Die Muskelansätze zwischen den Magentaschen.

...undwerkzeugen gesellen sich bei
... Milben deutlich, bei den kleineren
...utlich wahrnehmbare Speicheldrüsen, auch wohl in mehreren
Ihre Ausführungsgänge gehen nicht durch die Mandibeln, wie man
gemeint. Wenn die Einrichtung der Mundwerkzeuge, besonders ein
...el, es mit sich bringt, dass längs ihnen Säfte in gestochenen Wunden,
...n Pflanzen oder Thieren, fliessen, so mag ein solcher Speichelsaft reizend, giftig wirken. Ein bei Insekten Gewöhnliches, die Verstärkung der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen durch eine theilweise Verdickung ihrer Chitinauskleidung in Form eines Spiralfadens, ganz nach Art der Tracheen, kommt schon bei Milben vor. Es wird durch die Elastizität einer solchen Einrichtung auch unter ungünstigen Druckverhältnissen das Lumen des Ganges offen erhalten oder doch bei Nachlass des Druckes rasch wieder hergestellt. Muskeldruck im Körper wird also den Speicheldrüseninhalt durch den Gang sicher abfliessen lassen. Auch kommen Erweiterungen der Gänge, Speichelbehälter, vor. Bei den Zecken sind die Speicheldrüsen sehr umfänglich aus groben Beeren zusammengesetzt, acinös.

Die Speiseröhre durchsetzt das zu einem, die Nerven nach allen Richtungen absendenden, Knoten zusammengeschobene Nervensystem und geht in einen Magen über, welcher bei den breiteren Formen bis zu sehr kleinen herunter, auch noch bei der Käsemilbe, bei den Leptus, bei den Cheyletus u. a. sich nach verschiedenen Richtungen und selbst nach Gudden bei der Krätzmilbe des Menschen mit einem Paar blinder Anhänge symmetrisch aussackt und wieder lappig theilt oder Hörner bildet, während bei

tet. Die zwei Mandibularhaken sind schwach, der Rüsselkolben ist weniger solid und die Maxillarpalpen sind, wenngleich nur viergliedrig, im Uebrigen ganz so geformt und so beweglich wie bei den Gamasiden. Es fehlt auch bei den zahlreichen Ixodes fremder Länder, den verwandten Hyalomma, Rhipistoma und anderen Gattungen nicht an Vermannigfaltigungen der beschriebenen Verhältnisse der Mundwerkzeuge. An heimischen Fledermäusen habe ich junge sechsfüssige Zecken mit Kiefertastern gefunden, gleich denen der Argas, bei Stellung der Mundtheile wie bei Ixodes, ähnlich dem Dermanyssus rubiginosus Kolenati, welcher aber kein Dermanyssus ist.

Die Oribatiden, wegen ihrer harten Schalen Käfermilben genannt, zum Theil sonderbar durch die Beweglichkeit des Hinterkörpers bei Hoplophora oder flügelähnlicher seitlicher Fortsätze bei Oribata, haben bei deutlich gegliederten drei- bis fünfgliedrigen spindelförmigen Tastern und Scheerenmandibeln nichts von den Gamasiden erheblich Abweichendes.

Auch bei den Bdelliden sind dieselben Elemente gegeben; nur sind die fünfgliedrigen Taster antennenartig gestreckt und im Knie geknickt, mit langen Haaren endend und der, die zweigliedrigen Scheerenmandibeln tragende, mittlere Maxillartheil bildet einen langen, kegelförmigen, aber ganz glatten Rüssel, welcher die Scheeren fern vom Rumpfe zu gebrauchen gestattet, ohne einer so energischen Verwendung wie der gezähnte der Ixodiden fähig zu sein.

Während bei jungen Wassermilben, Hydrachniden, und den den Trombididen als Larven zugehörigen, an Insekten, aber auch an anderen Thieren, selbst dem Menschen, schmarotzenden, Leptus und den verwandten Otonyssus an den Ohrrändern der Fledermäuse die Taster gleich angedrückten Armen wie bei den Krätz- und Räudemilben aussehen, entwickeln sie sich bei den erwachsenen Hydrachniden in der Regel durch hakenförmige Umschlagung des letzten Gliedes zu dem, was Dugès als Palpes ancreurs bezeichnete, jedoch mehr zum Fange als zum sich Festlegen dienend. So auch bei Scirus stabulicola*); während zuweilen selbst ein Scheerenende an den Tastern entsteht.

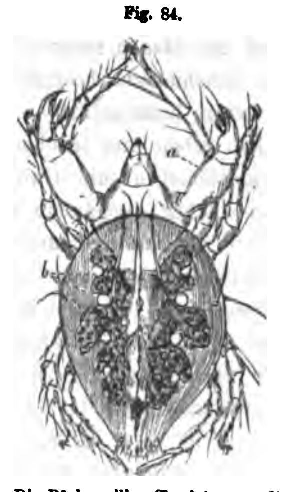
Bei den gewöhnlichen Trombididen giebt das vorletzte Glied durch einen scharfen Haken mit dem letzten, weicheren, behaarten, tastenden eine unvollkommene Scheere; bei der Büchermilbe, Cheyletus eruditus, stehen neben einem scharfen Endhaken nur einige gefiederte Borsten.

Die Oberkiefer enden bei Scirus noch mit Scheere, bei Trombidium mit einem gezähnten Haken, welchem ein unvollkommener Scheerenarm entgegen steht, bei manchen Hydrachniden, auch bei Otonyssus, mit starken Haken; bei anderen Hydrachnen werden sie wie bei Cheyletus stiletförmig und bei Tetranychus sind sie lange elastische, wie federnd in einem Mundkegel steckende, Borsten.

*) Der nicht zu den Bdelliden gestellt werden kann.

Die durch aus Spinndrüsen hinten gebildete Stiele auf Insekten festsitzenden Uropoden haben Mundwerkzeuge ganz nach Art der Gamasiden, aber die durch kleine Näpfe anhaftenden, höchst mannigfaltigen, ausserordentlich kleinen Hypopus, welche nach Megnin, selbstredend nur für eine Form, Larven zu Tyroglyphus rostroserratus sein sollen, bei sonst sehr verkümmerten Mundtheilen dieselbe der Unterlippe zuzutheilende, mit Borsten endende schmale Zunge wie einige Gamasiden. Da zwischen Tyroglyphen und Gamasiden ein scharfer Unterschied nicht besteht, ist darum gegen Megnin nichts zu sagen, aber wohl anzunehmen, dass die Zunge auch bei Gamasus auf einen Hypopusjugendzustand deute. Die Charaktere der jungen Thiere scheinen nebenbei mannigfaltig genug zu sein.

Fig. 84.



Die Büchermilbe Cheyletus eruditus Schranck, vom Rücken gesehen, etwa 100mal vergrössert. a. Die armförmigen mit Haken endenden Unterkiefertaster. b. Die Muskelansätze zwischen den Magentaschen.

Diesen Mundwerkzeugen gesellen sich bei den grösseren Milben deutlich, bei den kleineren weniger deutlich wahrnehmbare Speicheldrüsen, auch wohl in mehreren Paaren. Ihre Ausführungsgänge gehen nicht durch die Mandibeln, wie man früher gemeint. Wenn die Einrichtung der Mundwerkzeuge, besonders ein Rüssel, es mit sich bringt, dass längs ihnen Säfte in gestochenen Wunden, an Pflanzen oder Thieren, fliessen, so mag ein solcher Speichelsaft reizend, giftig wirken. Ein bei Insekten Gewöhnliches, die Verstärkung der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen durch eine theilweise Verdickung ihrer Chitinauskleidung in Form eines Spiralfadens, ganz nach Art der Tracheen, kommt schon bei Milben vor. Es wird durch die Elastizität einer solchen Einrichtung auch unter ungünstigen Druckverhältnissen das Lumen des Ganges offen erhalten oder doch bei Nachlass des Druckes rasch wieder hergestellt. Muskeldruck im Körper wird also den Speicheldrüseninhalt durch den Gang sicher abfliessen lassen. Auch kommen Erweiterungen der Gänge, Speichelbehälter, vor. Bei den Zecken sind die Speicheldrüsen sehr umfänglich aus groben Beeren zusammengesetzt, acinös.

Die Speiseröhre durchsetzt das zu einem, die Nerven nach allen Richtungen absendenden, Knoten zusammengeschobene Nervensystem und geht in einen Magen über, welcher bei den breiteren Formen bis zu sehr kleinen herunter, auch noch bei der Käsemilbe, bei den Leptus, bei den Cheyletus u. a. sich nach verschiedenen Richtungen und selbst nach Gudden bei der Krätzmilbe des Menschen mit einem Paar blinder Anhänge symmetrisch aussackt und wieder lappig theilt oder Hörner bildet, während bei

kleineren, namentlich auch gestreckteren Formen solches undeutlich wird und der Magen mehr als einfacher Schlauch erscheint. Nach der Peripherie zunehmend, besetzen sich die Magenblindsackanhänge mit immer deutlicheren braungefärbten Leberzellen, welche dem Magen ein zottiges Ansehen geben und traubenartig geordnet sein können, so dass die feinsten Blindsäckchen die Gallenausführungsgänge solcher Gruppen konstituiren. Bei solcher Anordnung des Magens in die Breite ist die Abschnürung gegen einen Afterdarm deutlicher als bei der gestreckten Magenform. Bei den Pteroptus reichen die Magenhörner vom Hohlraum des Leibes in den der Füsse bis in deren drittes Segment, weniger weit in die Beine bei den Tetranychus. Der ausführende Darm empfängt auch die Ausscheidungen der Harngefässe, wird dadurch zur Kloake und wird durch den Inhalt an Harnkugeln zuweilen stark ausgedehnt.

Sehr viele Milben sind halb oder ganz parasitisch, zum Theil selbst im Inneren anderer Thiere, nähren sich dann von Blut, Oberhaut, Federn, eiterartigen Abscheidungen ihrer Wirthe und füllen ihren Körper zuweilen strotzend mit Blut, mehr die Weibchen als die nach der letzten Häutung und vielleicht zum Theil auch zurückbleibend als Zwergmännchen, mehr oder weniger nur der Begattung lebenden und dabei auch, wie die Zeckin, der Mundwerkzeuge sich zu diesem Zwecke bedienenden Männchen. Die Krätz- und Räudemilben erregen zum Theil, indem sie Gänge in den weichen Oberhautschichten miniren, lebhafte Hautentzündungen, die der Maus nach Kramer sogar kolbige gallenartige Auswüchse an der Wurzel des Schwanzes. Milbennester in der Haut der Maus sind oft auf der Innenfläche durch weissliches Ansehen erkennbar. Auch kann es geschehen, dass Milben vorübergehend schmarotzen, wie die Argas über Tag in ihre Schlupfwinkel zurückkehren. Andere sind mehr Tischgenossen ihrer Wirthe, Commensaux nach van Beneden, indem sie sich wohl von ihnen tragen lassen, aber nicht von ihnen selbst zehren, sondern von den jenen anhängenden fremden Körpern. So leben wieder andere ganz frei, Alles durchsuchend nach Resten vegetabilischer und thierischer Substanz, an Käse, trockenen Pflaumen, Stroh, selbst an den Kanthariden in den Apotheken sich sammelnd, oder wie die Oribatiden im Moose. Zum Theil jagen sie dann, wie die Hydrachniden im Wasser und selbst in der See, Thiere, diese besonders Kopepodenkrebse, oder fressen, wie die Oophages, Insekteneier, oder stechen, wie die Tetranychen und möglicher Weise auch die Trombidien zarte Pflanzentheile an, als Webespinnen den Gärtnern verhasst. In den verschiedenen Lebensphasen scheint die Ernährung wechseln zu können; so gehören parasitische Leptus und Achlysien zu freien Rhyncholophus oder Trombidium und Hydrachnen, die Hypopus zu Gamasiden und Verwandten; Häutungen lösen dann die parasitischen Larven von ihren Wirthen. Bei den Tetranychen sieht man die chlorophyllgefärbten Ballen im Magen

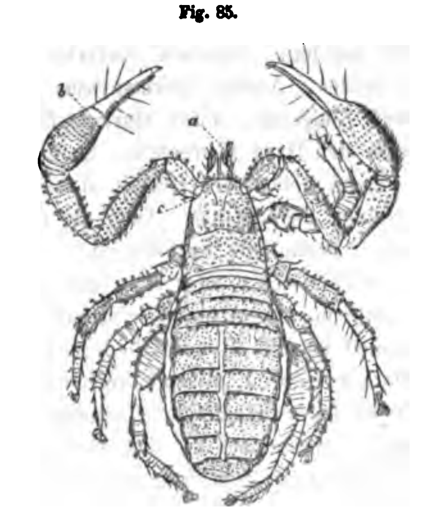
Roth und Gelb umfärben, wie die Blätter im Herbste
...rzlichen Kothballen werden. Aehnlich verfärbt sich
den Mägen der Ixodes, Argas, Dermanyssus und
...hwärzliche und Bleigraue, unter starker Harn-
bstoffe mit in den Harn übergehen. So erhält
...arbe, welche neben der Gestalt den Ver-
...len Namen bedingt hat. Auch die röth-
...halten bräunliche Kothmassen.

Opilionina oder Phalangina,
...h in den Athmungseinrichtungen
besteht in der Gliederung des
breit, sitzend, verbundenen
Schale der Trogulus und
...ers bei den Männchen,
Scheeren wie bei den
...axillarpalpen sind fünfgliedrig
...ı Kralle, jenes den Bdelliden, dies
...war und sind glatt oder bedornt. Bei
...ass sich die Oberkiefer*) aufblähen oder horn-
...on ihnen erheben. Der Pharynx ist mit Hornblätt-
...n verstärkt, die Speiseröhre eng, nach oben aufsteigend.
...c von etwa 30 Blindsäcken umgeben, deren Zugänge so eng
...s Ramdohr sie leugnete, deren Bedeutung als von Leberanhängen
...t um so mehr wahrscheinlich wird. Unter dem Magen liegt eine drü-
sige Masse mit Ausführungsgängen, deren Verbindung mit der Darmhöhle
noch nicht gefunden wurde. Der Afterdarm mündet im letzten Abdominal-
ring. Die Opilioninen sind nächtliche Räuber, sie springen auf ihre Opfer
meist aus der Klasse der Insekten oder der Ordnung der Milben, saugen
sie nicht allein aus, sondern fressen sie mit den harten Theilen. Reste
finden sich im Magen in einer Art Kapsel, welche wahrscheinlich von einer
Häutung des Magens herrührt.

Am nächsten würden danach die Afterskorpione oder Bücherskorpione Cheliferina oder Pseudoscorpionina stehen, bei welchen der Hinterleib ebenfalls sitzend und gegliedert ist, sich durch die grössere Zahl mit elf Ringen und die zwei Paar Luftröhrenöffnungen, Stigmen, an den beiden ersten Ringen über die Opilioninen erhebend. Sie haben kurze dreigliedrige Scheerenmandibeln, deren Scheerenarme kammartig mit Borsten besetzt sind. Auch die Maxillartaster bilden eine Scheere, sie sind erheblich länger und stärker als die Beine, ihnen in der Gliederung in sechs

*) Gervais und Walckenaer nennen die Oberkiefer Maxilles und die Unterkiefertaster Mandibules palpiformes. An letzteren zählen sie sechs Glieder.

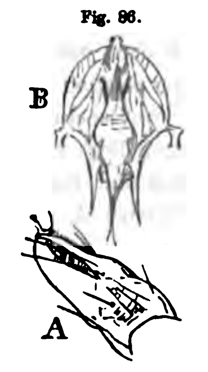
Fig. 85.



Bücherskorpion, Chelifer cancroides Linné, 16mal vergrössert.
a. Scheerenkiefer. b. Unterkieferscheerentaster. c. Auge.

Stücke entsprechend, wobei allerdings das Hüftstück bei starker Entwicklung des Drehers, Trochanter, sehr undeutlich ist, das dritte und fünfte Glied die mächtigsten sind. Die Lobi der Maxillen werden angedeutet durch konische Entwicklungen der Brustplatte nach vorne, welche aber nicht abgegliedert sind, und über welchen eine Lippen- oder Zungenplatte liegt. Die Undurchsichtigkeit erschwert das Studium der inneren Verdauungseinrichtungen, doch sieht man lappige Magenausbreitungen und kleine Kothmengen im hinten mündenden Afterdarm. Bei Tage versteckt in Winkeln, alten Büchern, im Moose, in Baumlöchern, auch in selbstgesponnenen kleinen Nestern unter Baumrinde, scheinen sie nächtlich mit hoch gehobenen Scheeren sich durch Jagd vorzüglich auf Milben, Bücherläuse und andere kleine Insekten nützlich zu machen.

Fig. 86.



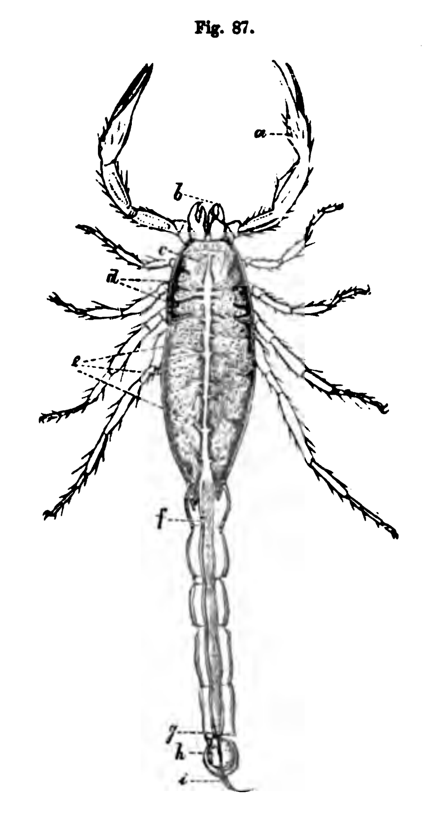
Vom Bücherskorpion A. Der Scheerenkiefer 80mal vergrössert.
B. Die Zungenplatte und die mit ihr verbundenen Andeutungen der Maxillarlappen.

Von diesen niederen Spinnenthieren giebt es für die Organisation eine aufsteigende Linie zu den echten Skorpionen, Scorpionina. Bei Erhaltung dreigliedriger Scheerenoberkiefer*), Forcipules, Antennes-pinces, Chélicères der Franzosen und fünfgliedriger gewaltiger Unterkiefertasterscheeren, deren Hüften von beiden Seiten her mit breiten haarumrandeten Flächen kieferartig gegen einander arbeiten, deren „Hand" verschieden stark, bei Vaejovis besonders schlank ist, scheidet sich der Hinterleib in ein breites sitzendes, oben in sieben und unten, wo das erste drei oberen Segmenten entspricht, nur in fünf Segmente getheiltes, Praeabdomen und das plötzlich schmalere, mit dem Giftstachel abschliessende, Postabdomen, den Schwanz, welcher vor dem Stachel fünf ringförmig geschlossene Abschnitte

*) Die Centrarini haben zwei Reihen von Zähnen am Daumen der Oberkiefer, die Androctonini an beiden Scheerenarmen; die Telegonini und Scorpionini nur eine an beiden Scheerenarmen.

hat. Für diese Abdominaldifferenzirung vermitteln von den Pseudoskorpionen mit elf Abdominalsegmenten her die Fadenskorpione, Thelyphonina*), indem sich einem erst gleichmässig breiten, dann abgerundeten Abdomen von zwölf Ringen, wie ein verkümmerter Schwanz, ein gegliederter, zuletzt fadendünner Anhang ohne Stachel gesellt. Die Taster von Thelyphonus zeigen Fortsätze, welche einen stehenden Scheerenarm darstellen, nicht nur am vorletzten Gliede, als eigentliche Hand, sondern auch am drittletzten und etwas am viertletzten. Doch sind die Tasterscheeren etwas unvollkommen, die beiden mehr gegen einander als für sich wirkend. Hierdurch, mehr aber durch die physiologisch die Taster darstellenden, fadig verlängerten, im Tarsus zahlreich gegliederten Vorderfüsse, machen sie den Uebergang zu den Phrynina, deren Taster mit einer Klaue enden und welchen der Schwanzfaden fehlt. Bei diesen beiden Ordnungen enden die Oberkiefer nur mit einer Klaue.

Fig. 87.



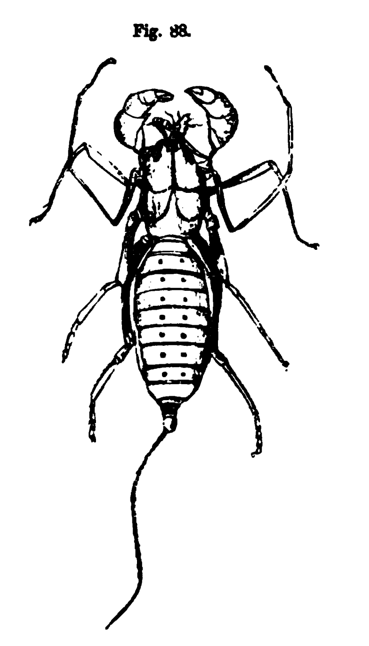
Scorpio occitanus Amoreux von Cette in natürlicher Grösse, von oben gesehen, die Rückenwand weggebrochen, nach E. Blanchard.
a. Unterkieferscheerentaster. b. Oberkieferscheeren. c. Oesophagus. d. Speicheldrüsen. e. Leber, den Darm einschliessend. f. Der aus der Leber austretende Darm. g. Der After. h. Die zweitheilige Giftdrüse. i. Der Stachel.

Die Differenzen der Mundwerkzeuge dieser verschiedenen skorpionartigen Thiere sind nicht grösser als die innerhalb der Ordnung der Milben, aber die Gliederung des Leibes nach verschiedenen Prinzipien macht die stärkere Auflösung wünschenswerth. Die niederen theilen mit den Pseudoskorpionen die zwei Paar von Stigmata oder Pneumostomata; die echten Skorpione haben deren vier, aber es werden die Athemorgane mehr oder weniger von dem gewöhnlichen röhrigen Charakter der Tracheen zu dem von Athemsäcken, Lungen, übergeführt.

Den Skorpionen fehlen die Speicheldrüsen. Der Oesophagus ist erst eng, dann kropfartig erweitert, mit Muskeln gegen die Brustplatte gespannt.

*) Thelyphonus ist gegenüber dem „männertödtenden“ Androctonus der weibertödtende, das heisst der Skorpion mit verkümmertem Stachelschwanz.

Fig. 88.



Thelyphonus rufipes Lucas aus Südamerika; natürliche Grösse.

Der Magen liegt in der hinteren Hälfte des Thorax, ist wenig weit, dünnwandig und empfängt auf jeder Seite ein Paar starker Gänge der, rechts und links von einer Kapsel nierenartig umschlossenen, einen sauren Saft absondernden, dreitheilig traubigen Magendrüsen. Der Dünndarm ist gerade, von der das ganze Praeabdomen ausfüllenden und selbst in das erste Schwanzsegment hineinragenden, früher für den Fettkörper angesehenen Leber umhüllt und deren Absonderung mit fünf Paar Gängen empfangend. Am Schwanze wird der Darm weiter, Dickdarm, ist den Segmenten entsprechend etwas eingeschnürt und mündet mit dem After in der Intersegmentalmembran vor dem letzten Schwanzglied, dem Stachel. Hinter den Gallengängen münden die Harngefässe in den Dünndarm und am Uebergang zum Dickdarm.

Bei den stachellosen Skorpionspinnen oder Geisselskorpionen scheinen Mundgiftdrüsen wie bei Spinnen vorhanden zu sein. Die echten Skorpione ersetzen das, indem sie, aber nur, wenn der blosse Griff mit der Tasterscheere nicht ausreicht, die Beute zu bewältigen, letztere mit dem über den Kopf erhobenen Schwanze anstechen, wobei der Stachel geschickt die zarteren Stellen zu suchen weiss und sein Gift schleunig wirkt. Sie pflücken dann unter Hülfe der festhaltenden und quetschenden Hüften des Unterkiefers mit den Oberkieferscheeren ein Stückchen nach dem anderen aus und fressen förmlich, allerdings mit Zurücklassung der härtesten Stücke. Sie jagen hauptsächlich nächtlich Insekten und können in Häusern, neben der durch sie bestehenden Gefahr, durch Vertilgung des Ungeziefers, Fliegen, Wanzen, Blatten nützlich sein.

Obwohl boi den Geisselskorpionen direkte Beobachtungen über ihre Ernährung nicht vorliegen, lässt sich aus der Enge des Oesophagus und der Weite des Magens, wie seiner Versorgung mit Divertikeln mit Sicherheit schliessen, dass sie ausschliesslich oder hauptsächlich saugen.

Die Leber der Pedipalpen ist der der Skorpione ganz ähnlich und füllt den grössten Theil des Bauches; bei Thelyphonus fand Blanchard auch fünf, aber bei Phryne nur vier Paar Ausführungsgänge. Die Magendrüsen

ähneln mehr denen der Spinnen, indem sie die untere Fläche der Magenwand bedecken.



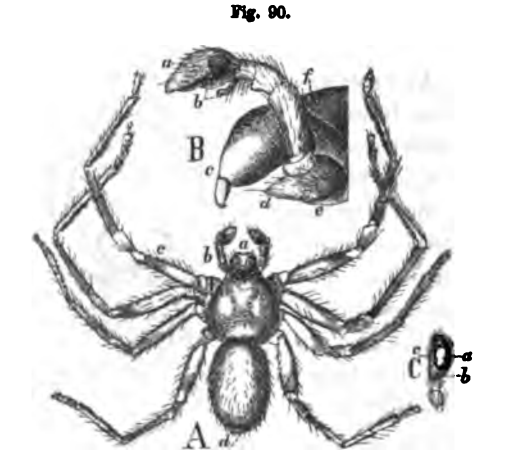
Fig. 89.

Phrynus palmatus Herbst aus Südrussland, halbe natürliche Grösse.

Die eigentlichen Spinnen, Araneina, zeichnen sich durch den abgesetzten Hinterleib vor allen bisher betrachteten Spinnenthieren aus. Dieser Hinterleib ist nicht segmentirt, es können aber Andeutungen davon in den die Insertion von Muskeln bezeichnenden, in Reihen symmetrisch geordneten Punkten und in den zwei oder drei Paaren von Spinnwarzen gefunden werden, welche zuweilen deutlich gegliedert sind und als Spinnfüsse verstanden werden dürfen. Das Basalglied der kräftigen Oberkiefer ist nicht zweitheilig, sondern durch Verschmelzung einfach, gefurcht oder gezähnt, das Endglied klauenförmig. Auf seiner Spitze mündet, sehr effektvoll, der Giftgang. Bei den Vogelspinnen und Minirspinnen sind die Mandibeln vorgestreckt, ihre Haken nach abwärts und rückwärts geschlagen. Bei den gewöhnlichen Spinnen sind die Mandibeln gesenkt, die Haken richten sich zur Medianen gegeneinander. Die Maxillartaster sind fünfgliedrig, mit die Empfindung fein leitenden Haaren bedeckt, bei den Weibchen dem Tasten allein dienend, obwohl gewöhnlich mit einer Kralle oder bei den Mygaliden durch zwei kleine Krallen ganz fussähnlich. Bei den Männchen ist das letzte Glied durch löffelförmige Aushöhlung im Stande, bei der Begattung einen Samenklumpen aufzunehmen. Es kann dann weiter sehr mannigfaltige Einrichtungen besitzen, um diesen Klumpen festzuhalten und ihn dem Weibe zu übertragen, wie das zuerst Lister beobachtete, aber erst Treviranus vollständig begreifen lehrte. Auch das vorletzte Glied kann sich an diesen Besonderheiten betheiligen. Die Hüften, Koxopoditen, der Maxillen sind besonders bei den Vogelspinnen am Innenrande bürstenartig behaart und dienen wohl auch beim Halten der Beute; auch ist bei den gewöhnlichen Spinnen ein beweglicher Kinnfortsatz vorhanden. Der Pharynx wird von Chitinplättchen gestützt; er biegt rechtwinklig in den Oesophagus um. Dieser hat ebenfalls eine chitinige Verstärkung der oberen Wand und wirkt kropfartig erweiterbar, durch die dort angesetzten Muskeln saugend. Der Magen ist gross, dünnhäutig mit fünf Blindsäcken, von welchen die vorderen sich gewöhnlich wieder ringförmig zum Proventriculus der Autoren vereinigen, dem vom Rückenschild her an den Pharynx gehenden Hebemuskel, Musculus levator pharyngis, Durchtritt lassend und mit weiteren blinden Anhängen versehen. Die Verbindungen der unter dem Magen liegenden verschieden benannten Drüsenmasse mit dem Magen sind nicht sehr deutlich. Es folgt im Abdomen eine zweite Erweiterung des Verdauungs-

kanals, Ventriculus abdominalis, und dann der Darm mit einem Blindsack, in welchen die Harngefässe münden. In die Mitte der zweiten Erweiterung treten die vier Paar Ausführungsgänge, zu welchen sich die Kanäle der blinddarmartigen, verästelten Leberschläuche vereinigen, und von welchen der letzte so weit ist, dass Nahrung bequem eintreten kann. Der After liegt am hinteren Ende des Abdomen, ventral zwischen den Spinnwarzen. Alle Spinnen leben von thierischer Nahrung. Die älteren Erzählungen, dass die Mygaliden, Vogelspinnen, kleine Vögel tödten, ist von Bates und Burmeister bestätigt worden. Das sehr giftige Theridion malmignata in Italien frisst vorzüglich Cikaden, Heuschrecken und den Käfer Cicindela scalaris. Die Wolfsspinnen, Lycosiden oder Citigraden suchen ihre Beute meist nächtlich jagend, darunter Dolomedes fimbriata, Wasserwanzen und dergleichen auf dem Spiegel stehender Gewässer; die Springspinnen oder Tigerspinnen, Attiden springen auf dieselbe, durch einen ausgeschnellten anklebenden Faden sich wohl die Rückkehr sichernd; die Krabbenspinnen, Laterigraden erlauern sie, in gleich gefärbten Blumenkelchen ungesehen. Die klebrigen Spinnfäden, erst zur eigenen Wohnung, zum Transport, namentlich aber zum Schutze der Eier benutzt, kommen sekundär für den Fang der Opfer in Betracht, sei es in lose gezogenen Fäden und hängenden Schlingen, welche die Röhrenspinnen, Tubitelen, nahe ihren Nestern, dabei die Argyroneten im Wasser, ausspannen, oder im Winkelgewebe der Tapitelen, Tapezierspinnen, dem Gräuel des reinlichen Haushalts, oder dem ungleichmaschigen Netze der Webespinnen, Retitelen, oder endlich dem vollkommensten, im Sonnenschein zierlich gespannten Kreisnetz der Radspinnen

Fig. 90.



Die amerikanische Jägerspinne, Olios leucosius Walckenaer ♂ (Aranea venatoria? Linné) aus Nord-Amerika.

A. Das ganze Thier in natürlicher Grösse.

a. Oberkiefer. b. Unterkiefertaster. c. Erster Fuss, Unterlippentaster der Insekten. d. After.

B. Mundwerkzeuge, etwa 5mal vergrössert.

a. Letztes, löffelförmiges Glied der Taster. b. Die Haken des vorletzten Gliedes. c. Die Oberkiefer. d. Der ladenförmige Fortsatz der Unterkiefertasterhüften. e. Die median den Unterkiefern zugehörige den Mund abschliessende Lippe.

C. Der Löffel von der Höhlung gesehen, geladen, in natürlicher Grösse.

a. Die Samenkapsel, Spermatophore. b. Die Häkchen des vorletzten Gliedes. c. Die die Samenkapsel umgreifende Platte des letzten Gliedes.

oder Kreuzspinnen, Orbitelen. Die schon im Netze verwickelte Beute wird von denen, deren Biss nicht rasch tödtet, noch mit frischen Fäden umstrickt und wehrlos gemacht. Alle Spinnen saugen nur den frischen Opfern Säfte aus; die Weibchen tödten oft ihre Männchen. Die Giftdrüsen sind modifizirte Speicheldrüsen. Die Verlegung des Ausführungsgangs in ein gegliedertes Mundorgan, einen Fuss, findet ihre Homologie in dem Eintritt der Spinngänge der Raupen und der Speichelgänge vieler Dipteren in die Unterlippe, und der Spinngänge der Spinnen selbst in die Spinnwarzen. Das Gift wird ausser von Theridion (Latrodectus) auch von Lycosa tarentula sehr gefürchtet. Ich selbst, von einer in der Kopulation gestörten Spinne unserer Gegend gebissen, habe das schmerzhafter gefunden als einen Bienenstich, aber viel weniger nachhaltig, wohl weil nicht zum Gifte noch der Reiz eines in der Wunde zurückbleibenden Stachels kam.

Während bei den Spinnen nur eine V förmige Vertiefung ohne Einlenkung den Kopf im Cephalothorax abgränzt und die Thorakalsegmente nur durch die Fusspaare deutlich werden, vermitteln die Walzenspinnen, Solpugina, Galeodina, durch eine bestimmtere Absetzung eines die Augen und Fühlerrudimente tragenden Kopfhöckers vom ersten thorakalen Ring, Fortsetzung der Gliederung des Thorax in drei Ringe vom Bauche auch über den Rücken und neun- bis zehngliedrigen sitzenden Hinterleib zu den Insekten, während sie durch die Oberkieferscheeren mehreren von uns betrachteten Arachnoidenordnungen sich anschliessen. Diese Uebergangsform führt die Scheeren auf das Bequemste in die Betrachtung des Baus der Tracheaten ein. Sie giebt zugleich dadurch, dass die bei Insekten dem Munde zugetheilten Unterkiefertaster und Unterlippentaster hier als Tastfüsse erscheinen, in Gestalt zwar den drei Paar von Gehfüssen sonst ganz ähnlich, aber ohne Krallen, also auch nicht in der für Arachnoiden gewöhnlichen Differenzirung die einen ganz zum Munde, allein tastend oder sonst helfend, die anderen ganz zu den Füssen, den besten Schlüssel für die Führung des Vergleichs über die verschiedenen bei den Insekten und bei den Spinnen gewöhnlichen Mundabschlüsse hinweg. Die Walzenspinnen bewältigen in den warmen Theilen der alten und neuen Welt nächtlich allerlei Beute, selbst Eidechsen und Vögel und fressen grosse Stücke davon. Sie finden sich schon

Fig 91.

Galeodes araneoides Olivier aus Südrussland.
A. Das ganze Thier in halber natürlicher Grösse, nach E. Blanchard. a. Die Scheerenkiefer. b. Die Unterkiefertaster. c. Die Unterlippentaster der Insekten oder vordersten Füsse der Spinnen, hier ohne Kralle. d, d', d''. Die Füsse der drei übrigen Paare.
B. Das Kopfrudiment mit zwei Punktaugen und ziemlich dreigliedrigen, an Fliegen erinnernden Fühlern.

in Spanien. Ihre Speicheldrüsen sind lange, röhrige, aufgewundene Blindsäcke und ihre Leber besteht aus einer Menge von in Gruppen vereinten Röhrchen, der der Krebse sehr ähnlich.

Die starke Differenzirung von Theilen der Wand des Verdauungskanals in Gestalt und Funktion zu Speicheldrüsen, Giftdrüsen, Magendrüsen, Leberdrüsen, Harndrüsen, welche bei den Spinnenthieren uns zuerst in einer so grossen Ausdehnung begegnet, auf die ursprünglich einfache und gleichartige Grundlage eines epithelialen Endodermallagers zurückzuführen, ist von hohem Interesse. Dass solche Differenzirung zu höheren Thieren aufsteigend überall denselben Charakter behält, ergänzt die zuerst aus der Gleichartigkeit der histiologischen Elemente zu entnehmenden Grundlagen des Vergleichs über alle Gränzen sogenannter Typen hinweg und lässt nicht zu, eine Beschränkung in dem Sinne vorzuschreiben, dass nicht von Homologie oder Homotypie, sondern nur von Analogie und Homodynamik oder physiologischer Gleichwerthigkeit die Rede sein könne.

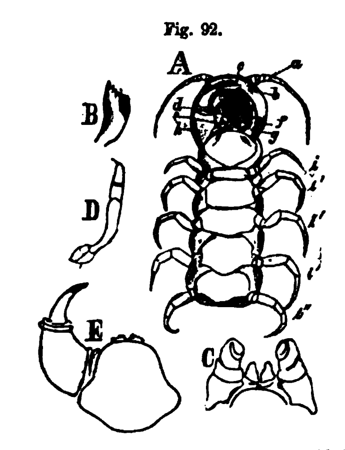
In der Klasse der Tausendfüsse, Myriapoda oder Myriopoda hat Latreille die Ordnung der Diplopoda oder Chilognatha, bei welchen die Lippe, der Abschluss der dem Munde dienenden Glieder, schon mit den Kiefern gebildet sei, von der der Syngnatha oder Chilopoda, bei welchen dieser Abschluss erst durch ein zugenommenes Fusspaar geschehe, unterschieden. Entsprechend der grösseren Energie der Mundwerkzeuge sind die letzteren unruhige, zum Theil sogar mit denen der Kankerspinnen ähnlich verlängerten Füssen ausgerüstete, flache Skolopendriden mit langen Antennen, die ersteren träge, meist walzig gerundete oder gewölbte Juliden, mit zarten Füsschen und geringerer Zahl von Antennengliedern; die Chilopoden lebhafte insektenfressende Räuber, die Chilognathen in saftige Früchte und zerfallende vegetabilische Substanz gerne eingebettete Allesfresser.

Bei den Skolopendriden schlägt sich vorn zwischen den Fühlern die ausgedehnte Kopfplatte um und begränzt durch eine Absetzung als eine wenig bewegliche quere Oberlippe den Mund von vorn. Von hinten wird die Mundgegend, nicht die Mundöffnung, begränzt durch ein sehr auffälliges Fusspaar. Die gewöhnlichen Fusspaare*) haben, wenn wir, die Benennungen von den Insekten entlehnend, alle Differenz in Tarsenzahlen ausdrücken und die Kralle mitzählen, sieben Glieder: Hüfte, Roller, Schenkel, Schiene, zwei Tarsen und die Kralle. Dieses besondere Fusspaar, welches dem hinter der Kopfplatte zuerst abgesonderten dorsalen Segmente zugehört, ist zunächst kolossal plump im Vergleiche mit den übrigen, auch erscheint die Zahl der Glieder verringert. Zwischen ein sehr starkes, armartiges Grundglied und einen starken Endhaken schieben sich ringförmig schmale Zwischenglieder ein, die Beweglichkeit des Hakens befördernd.

*) Auch der Beschreibung liegt die abgebildete Scolopendra audax zu Grunde

Einrechnend ein wenig deutliches, gewissermaassen nur halbes, erstes, könnte man ihrer drei zählen. Rechnet man dann von der Spitze rückwärts, so würde das kräftige Grundglied den Schenkel vertreten und man findet in der That an seiner Wurzel Roller und Hüfte durch zwei bewegliche Falten angedeutet. Die Sternalplatte für dieses Mundfusspaar ist sehr gross, rhombisch, mit den abgerundeten Winkeln nach vorn, hinten und den Seiten; dem Vordereck sind, von einander durch einen schmalen Spalt getrennt, zwei kleine quere, vorne gezähnte Stücke etwas beweglich aufgesetzt.

Fig. 92.



Scolopendra audax Gervais von Trinidad.

A. Der Vorderkörper in natürlicher Grösse, vom Bauche gesehen. An der linken Seite des Thiers ist der hintere Kaufuss sowie die Mandibel entfernt, um die Maxille und den vorderen Kaufuss, Labialtaster, deutlicher sichtbar zu machen.

a. Antenne. b. Auge. c. Oberlippe. d. Mandibel. e. Maxillarlappen. f. Maxillartaster. g. Lippentaster, erster Kaufuss. h. Zweiter Kaufuss mit innerem Lappen und äusserer Zange. i. Erstes eigentliches Gehfusspaar von geringerer Grösse. i'. Weitere Füsse.

B—D. Isolirte Mundtheile, 2mal vergrössert.

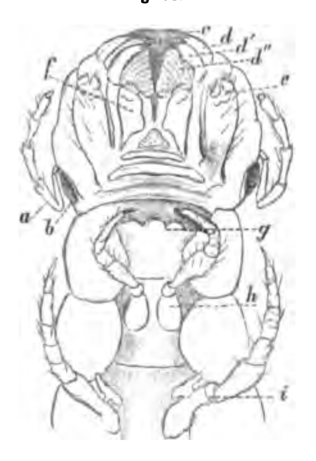
B. Die Mandibel. C. Beide zusammentretende Unterkiefer mit Laden und Tastern. D. Erster Kaufuss, Unterlippentaster. E. Zweiter Kaufuss, Zangenfuss.

Es muss beachtet werden, dass die übermässige Entwicklung der Rückenplatte dieses Stückes die Rückenplatte des nächsten Fusspaares, welches auffallend schwächer ist als die ihm nachfolgenden, ganz unterdrückt hat. Dadurch verstehen wir besser das vorausgehende noch zartere Fusspaar, welches, der dorsalen Platte ebenfalls ermangelnd, eingeklemmt aber deutlich einem besonderen ventralen Ringe zwischen jenem groben Fusspaar und den eigentlichen Mundtheilen aufsitzt. Man kann an diesem Fusspaar, dem Palpus labialis Walckenaer's, nicht nur wie dieser Gelehrte that, drei oder vier, sondern mit einiger Aufmerksamkeit alle sieben Fussglieder zählen. Dieses so: Die Sternalstücke sind zu den Seiten aus einander gedrängt, nicht verschmolzen. Vorn und innen liegen ihnen an und sind angewachsen jederseits Hüfte und Roller; der Schenkel ist schlank und gebogen, die Schiene ziemlich kurz, das erste Tarsenglied verschwindend klein, ringförmig, das zweite fast von Länge der Schiene, das dritte bildet eine kleine Kralle. So wären diese beiden Gliedmaassenpaare ganz eigentliche Füsse. Nach vorn folgt dann das Paar, in welchem Walckenaer die „Palpes maxilliformes“ und die „langue“ gefunden hat*). Dasselbe ist etwas deutlicher nach dem Prinzip

*) Wenn ich nämlich, der Reihenfolge in der Beschreibung nachgehend und in Uebereinstimmung mit dem Einzelnen das „au devant“ p. VII des 4. Bandes der Insectes aptères so verstehe, dass die Palpes labiaux die Palpes maxilliformes überdecken, aber nicht vor ihnen in der Segmentreihe kommen.

der parallelen Reihen gebaut, als das grobe Hülfsfusspaar, die Zange. Man kann schon in den Sternalstücken jederseits einen inneren Theil vom äusseren trennen, oder es wären die eigentlichen Sternalstücke fehlend und jene schon verklebte Grundglieder der Anhänge. Auf diesen Theilen steht aussen ein zweigliedriger, ganz plumper Taster. Das vordere Glied ist schräg gestutzt, so dass die obere Wand überragt, und auf der Stutzfläche becherförmig eingetieft, dabei sehr zart, wahrscheinlich Träger der Geschmacksempfindung. Die innere Reihe wird jederseits durch einen einfachen konischen Lappen repräsentirt. Zuletzt stecken unter der Oberlippenklappe die Mandibeln, Oberkiefer, einfach, kurz, plump, hart, nach innen gehöhlt, an der Schneide vorn bei unserer Art mit je fünf Zacken, gegen die Lippe hin dazu mit einer Bürste von Haaren. Man sieht jetzt leicht, dass die Zuziehung von Füssen zum Munde bei den Chilopoda nur auxiliär und nicht so innig ist, dass nicht die Mundwerkzeuge ohne sie, also als nur aus einem Mandibelpaar und einem Maxillenpaar mit Lappen und Taster bestehend betrachtet werden könnten. Das erste schwache Fusspaar entspräche, wie bei den Spinnen, der Unterlippe der Insekten und das zweite, welches z. B. unter den Milben bei den Gamasiden öfters zu Begattungsfüssen umgewandelt ist, hier eine ganz besondere Art von Greiffusspaar darstellend, entspräche wieder dem ersten Fusspaare der Insekten.

Fig. 93.



Julus varius Fabricius von Nizza, Vorderleib vom Bauche gesehen, etwa 15mal vergrössert.
a. Antennen. b. Auge. c. Oberlippe. d, d', d''. Die drei Theile der Mandibel. e. Die Maxille? Kaufuss, auch dreitheilig endend. f. Die Unterlippenladen. g. Verkümmerte Anhänge des ersten Leibesringes. h. Kleine Füsse des zweiten Leibesringes. i. Füsse des dritten Leibessegmentes mit besonderen Hüftanhängen.

Die Mundtheile der Juliden sind weniger leicht verständlich. Ich finde bei Julus varius Fabricius die Oberlippe nur durch den etwas ausgerandeten und festeren Abschluss der zwischen den Fühlern eingeengten, dann wieder erweitert senkrecht absteigenden Kopfvorderfläche gebildet. Gleich hinter den Fühlern und den Augen legt sich von oben an diese Kopfplatte jederseits ein Backentheil an, welcher deutlich zweigliedrig, obwohl angewachsen, die Oberkiefer, Mandibeln, trägt. Diese bestehen weiter aus einem freien breiten Gliede, welches nach dem Prinzip der parallelen Reihen drei Stücke über und neben einander trägt. Zu äusserst liegt ein einfacher harter Kieferhaken, dann folgt ein Haken mit sechs Zähnen, diese nach der Basis zu immer stumpfer und kürzer.

und endlich zu innerst, sowohl gegen die Mediane, als gegen den Mund, ein Lappen, welcher mit etwa dreizehn Querreihen feiner Häkchen besetzt ist, genau in der Art fächerförmig gestellt, wie die Randzähne der Radula einer Rhipidoglossen-Schnecke, diesen überhaupt sehr ähnlich und für beide Seiten zusammen vielleicht Tausend zählend. Man könnte demnach an den Mandibeln vier Glieder rechnen, die zwei basalen am Kopfe und unter einander angewachsen, das dritte frei, das letzte in drei Parallelen. Für die nachfolgenden Mundtheile sind vier ventrale Ringe als Träger vertreten, aber die Anhänge sind unter einander mit Ausnahme kleiner Stücke an der Spitze der einzelnen fast untrennbar verbunden. Als solche Ringe finden sich erst eine dreieckige ventrale Platte mit der Spitze nach vorn, dann drei quere, immer länger nach der Quere des Körpers. Die zweite und die vierte dieser Platten tragen deutlich Gliedmaassen. An der zweiten nämlich setzt sich ein zweigliedriges Organ an, mit breitem Basalglied und einem eingelenkten Endglied mit zahlreichen Zähnen, welche theils stäbchenartig vorragen. Auf der vierten Platte sitzt jederseits ein etwas grösseres und keulenförmig nach vorn anschwellendes Basalglied und trägt wie der Oberkiefer drei parallele Endstücke eingelenkt. Zwei davon sind hartgezähnte Lappen, das dritte, der Mundhöhle zugewendet, ist eine haarige Bürste. Vor der ersten dreieckigen Platte stossen die von der zweiten getragenen Basalglieder mit einer zarten Membran zusammen und von dieser entwickeln sich zwei über einanderliegende mediane, einer kleinen Zunge ähnliche Stücke, während von der dritten Platte nur die Verbindung zwischen den Anhängen der zweiten und vierten Ursprung nimmt, ohne besondere, abgegliederte Theile.

Aus diesen Anordnungen am Munde möchte ich zunächst schliessen, man habe im eigentlichen Abschluss des Mundes die erste ventrale dreieckige Platte als Unterlippe und die Anhänge der zweiten als deren Lappen oder Palpen zu bezeichnen. Die zum dritten und vierten Segmente gehörigen Anhänge würden nur dann Maxillen heissen können, wenn man annähme, dass der den Maxillen zugehörende ventrale Plattenantheil überhaupt hinter dem labialen folge, in der Regel durch Verschmelzen undeutlich, hier aber deutlich, während die Mundspalte den Anhängen gestatte, vor den labialen einzugreifen, welch Letzteres schwer anzunehmen ist. Savigny hat diese Stücke auch als erstes und zweites Maxillenpaar bezeichnet. Wünscht man mit den Skolopendern stimmend zu machen, so müsste man in ihnen nur Theile einer Maxille sehen, im inneren die Lade oder den Lappen, im äusseren einen gespaltenen Palpus, welcher aber beim Kaugeschäfte bleibt. Man könnte endlich auch in der dreitheiligen Mandibel eine Verschmelzung von Mandibel und Maxille finden.

Während Walckenaer diese Mundwerkzeuge viel einfacher findet, scheinen sie mir viel mannigfaltiger als die der Scolopendriden, bei welchen

die Maxille namentlich so sehr verkümmert ist. Es folgen zwei Segmente, dorsal vom Kopf und von einander abgesetzt, ventral ganz gleich den späteren, aber insofern wieder zu einer Einheit verbunden, als das eine keine Füsse, sondern nur neben einer medianen Vorbuchtung jederseits ein härteres behaartes Plättchen trägt, das andere dagegen haarige Füsse, mit Einschluss der Kralle siebengliedrig, mit den senkrechten Hüften dicht zusammenstossend, dann sich bogig von einander entfernend, das vorletzte Glied mit einer ausgezeichneten Reihe von Borsten an der Innenkante. Zwischen den Hüften nach hinten liegt auch hier eine kleine Vorbuchtung, ein Läppchen. Die drei nachfolgenden Segmente tragen je ein Fusspaar, mit, wenn auch nicht ganz deutlich, je neun Gliedern. Am Basalglied ist eine besondere längliche Platte auf einem Stiele eingelenkt, so dass drei Paare solcher Platten quer stehend hintereinander folgen. Erst hiernach tritt die gewöhnliche Ausrüstung der Segmente mit je zwei Fusspaaren ein. Die Art, wie die Juliden ihren Mund gegen die nachfolgenden Segmente andrücken, lässt vermuthen, dass die beweglichen Platten an den drei gleich gestalteten Fusspaaren bei Nahrungsbewältigung mit in Gebrauch genommen werden, wie sie auch morphologisch, als parallele Reihen in stämmiger Ausführung, Kiefer vertreten.

Die stärkste Umwandlung unter den zahlreichen Modifikationen erleiden die Mundtheile bei den saugenden Diplopoden, Siphonizantia oder Polyzonidae. Bei dem den kauenden am nächsten kommenden Androgathus aus Virginien ist nach Cop die Lippe durch eine breite Platte vertreten, die Mandibeln sind sehr klein; bei Polyzonium und Siphonophora ist der Mund röhrig ausgezogen.

Der Verdauungskanal der Myriapoden geht meist in grader Linie zu dem im letzten Segmente mündenden After, aber bei den kurzen Glomeris und bei den Zephronien hat er fast die dreifache Länge des Körpers. Auf die Speiseröhre, welche sich zum Kropf erweitern kann und ein oder mehrere Paare Speichelgänge aufnimmt, folgt ein langer mit Leberschläuchen besetzter Chylusmagen, dann der Darm, welcher die Harngefässe aufnimmt. Bei grösseren Juliden habe ich den aus dem Munde ausfliessenden Speichel in Alkohol zu dicken Fäden gerinnen sehen. Dieser Speichel mag auch giftig wirken. Sehr gefürchtet wird das Gift der Skolopender, welches durch eine kleine Oeffnung der Klauenglieder der Zangenfüsse, des zweiten Fusspaares, ausfliesst und in den Tropen selbst Menschen tödten soll. Die verschiedenartige Ernährung nach den beiden Gruppen ist oben berührt worden.

Für die Insekten, Insecta, herrscht eine ausserordentlich grosse Homologie der Mundwerkzeuge über die Differenzen hinweg, welche für die verschiedenen Arten der Ernährung, namentlich die kauende Speisebewältigung und die schlürfende oder saugende Aufnahme von ganz flüssiger

Nahrung, eintreten. Die Abgränzung des Kopfes von der Brust gestattet mit Sicherheit die Gränze der Mundfüsse gegen die Brustfüsse zu ziehen. Es ist selten, dass die Brustfüsse des ersten Paares, indem sie Beute fangen, direkt, oder indem sie graben, oder sich gegenstemmen, entfernter für die Nahrungsbeibringung in einer Weise eintreten, welche über das hinausgeht, was jede Lokomotion in dieser Beziehung leisten kann. Beispiele vom Ersten geben Mantisheuschrecken, Mantispiden unter den Neuropteren, Nepa unter den Wasserwanzen, Asiliden unter den Fliegen, vom Zweiten die Mullwurfsgrillen, Gryllotalpae, vom Dritten die Flöhe.

Der Theil des Kopfes, welcher die Mundwerkzeuge trägt, ist in der Regel nach unten, häufig sogar nach unten und hinten gerichtet. Untergesicht, Hypostoma, Kehle, Jugulum und die untere Backengegend, die Zügel, Lora, können sowohl bei kauenden als saugenden Insekten zusammen büchsenartig oder röhrig vorgezogen sein und einen Rüssel, Rostrum, bilden, welcher jedoch auch von den Mundwerkzeugen selbst hergestellt werden kann. Die Mundtheile umstehen die Mundöffnung.

Die beissenden oder kauenden Mundwerkzeuge, Intrumenta cibaria mordentia, wie sie den Käfern, Coleoptera, Heuschrecken, Orthoptera, Netzflüglern, Neuroptera, und theilweise den bienenartigen Insekten, Hymenoptera, zukommen, sind am einfachsten zu verstehen. Der Mund wird vorn durch eine quere, mediane, eingelenkte, nicht gegliederte Oberlippe, welche durch Einkerbung oder Mittelleiste die Theilung in zwei seitliche Hälften andeuten kann, das Labrum oder Labium superius, begränzt. Danach sitzen zu den Seiten einfache, meist kurze und starke Oberkiefer, Mandibulae, eingelenkt, aber nicht in sich gegliedert, und bewegen sich nur gegen einander. Ihre Zähne sind häufig so weit asymmetrisch, dass sie in einander eingreifen. Sie dienen auch als Waffen und überragen bei den Männchen der Hirschkäfer, Lucanus, und anderer Lucaniden, wie Pholidotus, Chiasognathus, mit ganz absonderlicher Grösse den Mund weit. Die dann folgenden Unterkiefer, Maxillae, sind gegliedert und in der Peripherie weiter nach dem Prinzip der parallelen Reihen gespalten. Die untersten Glieder, erst die Angel, Cardo, dann der Stiel, Stipes, treten aus dem Verbande mit der Unterlippe und der Kehle nicht frei hervor. Auf dem Stiele steht nach Aussen die Schuppe, Squama, und trägt den meist schlanken, gewöhnlich in vier oder fünf Glieder, und nicht in mehr als sechs, getheilten Unterkiefertaster, Palpus maxillaris. Nach Innen tragen Stipes und Squama, zuweilen abgegliedert durch ein besonderes Stück, den Dactylus, was von Lappen oder

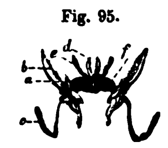
Fig. 94.



Pholidotus Humboldtii Schönherr ♂ aus Brasilien, in natürlicher Grösse.

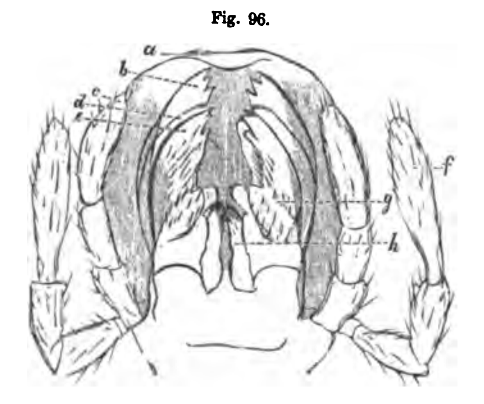
eigentlichen Kinnladen am Unterkiefer sich findet. Oft ist jederseits nur ein Lappen vorhanden, ein lederartiger haarbesetzter Wischer bei den kothfressenden und saftleckenden Käfern und den etwa in Betracht kommenden Aderflüglern oder ein derberer Kiefer. Oft gesellt sich diesem ein äusserer Theil, so dass man den Lobus externus vom internus unterscheiden kann, dann ist der innere solider. Bei den Orthoptera, Heuschrecken und Verwandten, wozu die Blattiden gehören, deckt der äussere Lappen den inneren als Schneidendecker und heisst dann der Helm, Galea. In anderen Fällen wird er schlank, tasterartig zweigliedrig und wird dann auch wohl dem normalen Taster als Palpus internus entgegengesetzt. Indem so namentlich die Raubkäfer am Unterkiefer zwei Paar und dazu an der Unterlippe ein Paar Taster haben, heissen sie Hexopalpi. Dass unter diesen die Tigerkäfer, Cicindeliden, auch die innere Lade durch eingelenkten Haken zweigliedrig haben, wurde als Ausnahme schon erwähnt. Illiger erkannte die Identität des zweigliedrigen inneren Tasters bei Käfern mit der Galea bei Orthopteren. Den Mund schliesst die Unterlippe, Labium inferius oder Labium schlechthin. Es sind unter Umständen auch an ihr innerer und äusserer Lappen und Taster deutlich, aber die Verschmelzung in der Mittellinie zieht mehr und mehr die parallelen Reihen ein. Bei den Libellen findet man tiefe Eintheilung des Mittelstücks in gewölbte Lappen, bei den übrigen Neuropteren und Pseudoneuropteren verhält sich grade die Unterlippe in Verwachsung und Ausbildung der Theile am meisten verschieden. Bei den Heuschrecken sind meistens, so zum Beispiel bei den Blattiden, den so genannten schwarzen Käfern, die inneren Lappen noch ganz frei, bei anderen mehr oder weniger verbunden. Dazu kommen die äusseren

Fig. 95.



Hintere Mundtheile vom Hirschkäfer, Lucanus cervus Linné, in natürlicher Grösse.
a. Unvollkommener innerer Lappen des Unterkiefers. b. Als Wischer dienende Unterkieferlade, eigentlich äussere Lade. c. Unterkiefertaster. d. Lappen oder Laden der Unterlippe, zungenähnlich zusammengelegt und auf der Tragplatte unter einander und mit dieser verschmolzen. e. Unterlippentaster. f. Tragstück der Unterlippe.

Fig. 96.



Mundtheile von Periplaneta (Blatta) orientalis Linné, etwa 6mal vergrössert.
a. Oberlippe. b. Mandibel. c. Unterlippentaster. d. Aeusserer Lappen oder Helm des Unterkiefers, der Maxille. e. Innerer Lappen oder Lade des Unterkiefers. f. Unterkiefertaster. g. Aeusserer Lappen oder Helm der Unterlippe. h. Innerer Lappen oder Lade der Unterlippe.

Lappen, welche bei Blatta ganz helmartig sind, und Taster. Bei den Käfern sind nur die Taster auf dem verschmolzenen Mittelstück deutlich. Die Lippentaster haben nie mehr als vier Glieder und bleiben in Zahl der Glieder in der Regel hinter den Kiefertastern zurück; sie können bei Neuropteren fehlen. Die Kiefer und Taster werden durch ihre Gestalt, namentlich am Endgliede, an mancherlei Arbeit angepasst und sind oft recht komplizirt. Bei Blatta orientalis, der Küchenschabe, hat der Oberkiefer z. B. fünf grosse Zähne, der Unterkiefer zwei Zähne an der Spitze, dann ein besonderes Instrumentchen, gleich einer Klaue mit drei Haken, endlich eine Bürste von drei Reihen Borstenhaaren, je aus etwa einem Dutzend; der Unterlippenlappen trägt ein feineres Haarpolster, die beiden Helmpaare sind mit feinsten Härchen wie mit Sammt besetzt; der Unterkiefertaster ist fünfgliedrig, der Unterlippentaster dreigliedrig.

Als eine Abspaltung wird es wohl am besten verstanden, wenn, wie das nicht selten ist, vor dem die Taster tragenden medianen Stück noch ein anderes, ein Hypopharynx, vortritt, so dass man es als Zunge von jenem, der Lippe oder dem Kinn, unterscheiden kann. Dadurch, dass der Name Zunge nicht allein für dieses, sondern auch für gestreckte Unterlippen und bei Schmetterlingen für Unterkiefer gebraucht wurde, ist Irrthum über die Wortbedeutung möglich. Eine ähnliche mediane Abgliederung kann, und zwar auch schon bei kauenden Insekten, unter der Oberlippe einen Epipharynx oder eine Epiglottis bilden. Der Epipharynx kommt z. B. als behaarter Lappen den Mistkäfern und den Dyticus zu, während der Hypopharynx beim Maikäfer, den Libellen und den Heuschrecken sich findet.

Saugende Mundwerkzeuge, Instrumenta cibaria suctoria, haben das gemeinsam, dass Rinnen oder Röhren gebildet werden, in welchen Flüssigkeiten zum Munde aufgesogen werden. Es können nicht allein diese Einrichtungen von verschiedenen Mundtheilen hergestellt werden, sondern es können dabei die übrigen Mundwerkzeuge sich verschieden verhalten. Zunächst können neben saugenden Theilen davon unabhängig arbeitende kauende im vorderen Mundabschnitt erhalten bleiben. Dann können in verschiedener Weise solche Stücke Stilets werden, geeignet zum Freimachen zu schlürfender Flüssigkeiten aus Pflanzen oder Thieren, oder verkümmern, wo dann nur solche Flüssigkeiten, welche schon frei liegen, aufgesogen werden können. Dass zwischen einschneidenden und einstechenden Theilen Mittelglieder sich finden, lässt sich erwarten. Alle solche saugende Mundwerkzeuge können auf die oben angeführten Theile zurückgeführt werden.

Bei den bienenartigen Insekten, den Aderflüglern, Hymenoptera, sind unter der Oberlippe und einem von dieser gesonderten medianen Stücke, der Epiglottis, kauende Mandibeln vorhanden, manchmal klein, löffelförmig gewimpert, manchmal gross, stark gezähnt, so bei Vespa, bei den Ameisen

meist nur für die weiblichen gezähnt und zuweilen weit über den Mund hinausragend, Waffen, ähnlich denen der Hirschschröter. Sie dienen stellenweise zum Kauen von Nahrung, mehr aber zur Arbeit, besonders in der Brutpflege. Mit ihnen tragen die Ameisen die gepflegten Puppen hin und her, bauen ihre Haufen und Gänge in Erde und Holz, mit ihnen lösen die Wespen Holz ab zum Nestbau, stellen die Honigbienen Wachswaben her, schneiden die Tapezierbienen Blumenblätter aus, tragen die Grabwespen Beute zu ihren Eiern. Allerdings beissen sich damit Bienen beispielsweise auch durch die Blüthenkelche zu ihrer Nahrung in den Nektarinien. Die übrigen Theile sind bei den Honigbienen und den nächst Stehenden gestreckt und bilden den Leckrüssel. In ihm sind die Unterkiefer durch zwei lange, schmale, häutige, klingenartige Blättchen gebildet, an welchen man ein Grundglied mit einer gestreckten Lade und nach aussen von dieser einen eingliedrigen Kiefertaster erkennt. Die Unterlippe trägt auf einer gestreckten Basis eine lange mediane haarige Zunge, Ligula, welche als die inneren Laden vertretend anzusehen ist, und an deren Grunde die kleinen äusseren Laden, Nebenzungen, Paraglossae, tasterartig und die gestreckten und gegliederten äusseren Taster aufsitzen. Je stärker die Zunge entwickelt ist, um so kleiner sind die mehr vorn liegenden Mundtheile. Bei den echten Bienen haben die Lippentaster zwei lange und zwei kurze Glieder, bei den Andreneten sind die vier Tasterglieder ziemlich gleich lang. Bei den Colletes und Hylaeus unter letzteren wird die Zunge schon ähnlich kurz wie bei den Wespen und den Grabwespen.

Fig. 97.



Mundtheile der Honigbiene, Apis mellifica Linné, etwa 7mal vergrössert.
a. Wurzelglied und zweites Glied der Antenne, an einem ausgeschnittenen Stücke der Stirnplatte. b. Die behaarte Oberlippe. c. Oberkiefer. d. Grundglied der Maxille. e. Maxillartaster, zweigliedrig. f. Maxillarlade, klingenförmig ausgezogen. g. Tragstück der Unterlippe. h. Unterlippentaster, viergliedrig. i. Unterlippenrüssel. k. Dessen napfformiges Ende. l. Paraglosse. m. Apodem der Unterlippe in die Kopfkapsel aufsteigend.

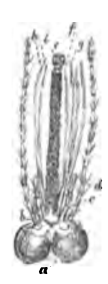
Bei den Zikaden und Wanzen, Rhynchota*) Fabr. oder Hemiptera Lin., Homoptera und Heteroptera des Mc Leay sind die Mundwerkzeuge zu einem Stechschnabel, Rostrum, Promuscis Kirby, vereint, welcher entweder vorn frei von der Stirne weg sich abbiegt, Frontirostria, eigentliche Wanzen, oder am plumpen Kopfe gleichsam an der Kehle liegt, Gulaerostria, Zikaden, Blattläuse, Schildläuse. An ihm ist eine meist kleine, aber bei Cimex und Tetyra fast die Schnabelspitze erreichende, dreieckige gewölbte Oberlippe als Decke und eine drei- bis fünfgliedrige, in ihren Gelenken nach rückwärts biegsame Unterlippe als Boden oder Scheide, Vagina, gegeben, in welch letzterer man, wie Burmeister meint, die Taster mit zu suchen hat. Die Kiefertaster fehlen

*) Die Schreibweise Rhyngota ist nicht gut, der Rüssel heisst ῥύγχος.

den eigentlichen Wanzen; bei den Zikaden sind sie nach Brandt und Ratzeburg durch ein Paar, die gesägten Oberkiefer und die fadig zusammengelegten Unterkiefer von unten klappenartig deckender, Paraglossae vertreten. Dazwischen liegen vier fest an einander gelegte, gerinnte, zuweilen widerhakige Stechborsten an Stelle der Oberkiefer und Unterkiefer rings um die von einem lanzettförmigen muskelreichen Zungenfortsatz getragene Mundöffnung. Die Scheide legt sich, wenn die Borsten eingestochen werden, rückwärts und der Mund kann die ausfliessenden Säfte aufsaugen. Bei den Schildläusen ist die Scheide nur dreigliedrig, dagegen sind die Borsten besonders lang, bei Coccus cacti, der Cochenille, wohl viermal so lang als der Körper, elastisch und fein, leicht schlingenförmig sich biegend, federnd. Sie dringen durch die Rinde der Pflanzen. Bei den Männchen dieser Familie ist der Rüssel ganz verkümmert.

Bei den Fliegen, Diptera, bilden die Mundtheile in der Regel einen Rüssel, welcher starr, weit vorgestreckt, oder geknickt, unter den Kopf gezogen sein kann. Ich finde beim Weibchen der Schnacke, Culex pipiens, diesen Rüssel 2,5 mm. lang. Er besteht bei diesem Thiere, aus der Unterlippe, welche eine Rinne oder ein oben gespaltenes, mit Schüppchen in zwei Reihen besetztes Rohr bildet, seitlich mit starken Borsten, sonst sammtig behaart ist, an der Spitze ein kleines blattförmiges Mittelstück, Zunge, und jederseits einen zweigliedrigen, kellenartigen Taster trägt. In der Rinne liegen sechs Stechborsten, gebildet von der Oberlippe, dem Epipharynx, zwei Oberkiefern und zwei Unterkiefern. Oberlippe und Epipharynx, mehr oder weniger pfriemförmig endend, decken von vorne; die Oberkiefer, gerinnt und Myrtenblatt ähnlich gespitzt, umschliessen die ebenfalls an der Wurzel gehöhlten, an der Spitze gesägten Unterkiefer. Alle diese Mundtheile sind sehr elastisch, brechen aber auch leicht ab. Die in der Unterlippe bis über die Mitte verlaufenden, mit Spiralfäden gestützten Speichelgänge finden ihre Fortsetzung in den zusammengelegten Rinnen, so dass, wenn unter Zurückweichen der mit der Zunge und den Tastern aufgestützten Unterlippe die sechs Stechborsten eindringen, der Speichel in die Tiefe der gestochenen Wunde einfliesst. An der Basis des Unterlippenrohrs stehen Taster, an welchen man fünf Glieder unterscheiden kann und welche wahrscheinlich den Unterkiefern zuzurechnen sind. Für die Unterlippe würden sie eventuell ein zweites, äusseres Tasterpaar darstellen.

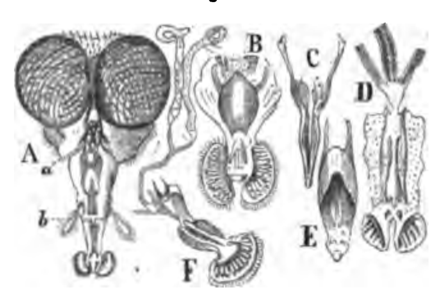
Fig. 98.



Kopf und Mundtheile der gemeinen Schnacke, Culex pipiens Linné ♀, etwa 10mal vergrössert.
a. Auge. b. Antenne. c. Unterkiefertaster. d. Unterlippenrüssel. e. Dessen Capitulum mit mittlerer Zunge und seitlichen Klappen. f. Epipharynx. g. Oberlippe. h. Oberkiefer. i. Unterkieferlade. Die Stücke unter den vier letzten Nummern sind borstenförmig, die zwei ersten einfach, median, die beiden anderen paarig, so die sechs Stechborsten konstituirend.

Bei der Brummfliege, Calliphora erythrocephala, ist der Rüssel plump, kürzer, in der Ruhe geknickt, sehr blähbar. Das Hauptstück, die Unterlippe, stellt eine Rinne dar, welche in der Ergänzung durch vordere Mundtheile zum Rohre wird. Man kann an ihrer Hinterwand unterscheiden ein plumpes Basalstück, ein zweites sich einengendes Stück, dann ein drittes schlankes, welches ein stärkeres Chitingebilde in Form einer mittleren gewölbten, vorn verschmälerten Platte zeigt. Diese trägt mit einem, seitlich in vordere Spitzen ausgezogenen, kleinen und einem zweiten, noch kleineren, halbmondförmig nach hinten sehenden Plättchen das Saugpolster, welches wohl den klappenförmigen Lippentastern von Culex entspricht, so dass das Grundglied einfach und die Endglieder zu dem den Rüssel rings umschliessenden, nur hinten und vorn tief eingeschnittenen Kissen vereinigt wären. Das Polster ist äusserst elastisch, durch ein merkwürdiges, jederseits mit den Tracheen verbundenes System von durch Spiralfäden gestützten Chitinröhren, welche in einer Reihe ringsum vom Stamme entspringen, zum borstenbesetzten Rande verlaufen und dort umbiegen. Dieses Polster, wenn angedrückt und wieder gehoben, macht gegen das Rohr hin ein Vacuum und lässt frei liegende Flüssigkeiten aufsaugen. Vorn oder dorsal wird das Polster ebenfalls durch ein medianes Stück getragen, welches den genannten chitinigen ventralen Unterlippenantheil an Länge etwas überragend und dadurch das Polster herabdrückend, mit der Unterlippe denjenigen Rüsseltheil bildet, an der Basis dessen die Rüsseleinknickung geschieht. Dieses Stück besteht aus einer schlanken medianen Platte und zwei noch schlankeren, etwas abbiegenden aber vorn wieder herantretenden Stäben und trägt vorn und seitlich jederseits nach vorn und nach hinten in die Basis des Lippenpolsters gestreckte kleine Stützen. An der Wurzel jenes medianen Stückes mündet der gemeinsame Speichelgang. Der so geschlossene Rüssel trägt auf dem mittleren häutigen Stück behaarte, auf

Fig. 99.



Kopf und Mundtheile der blauen Brummfliege Calliphora erythrocephala Meigen ♀.

A. Kopf von vorn etwa 8mal vergrössert.

a. Antennen. b. Taster.

B. Der untere Rüsselabschnitt von der Bauchseite gesehen, mit der Saugscheibe. C. Decke des Rüssels (Oberlippe und ? Oberkiefer) von Innen. D. Die seitlichen und vorderen Stützen der Saugscheibe (Unterkiefer?) mit Speichelreservoir und Speichelgängen, sowie den federnden Tracheen in der Saugscheibe. E. Das sich basal hieran anlegende Rüsselstück (Unterkieferbasis?). F. Die Rüsselstücke im Zusammenhang mit den Speichelgängen und einem Theil der Speicheldrüsen des zweiten Paares von der Seite gesehen. — Die Stücke unter den Nummern B—F. sind etwa 25mal vergrössert.

einem sehr kleinen Grundglied ein langes Endglied führende, keulenförmige Taster. Zwischen diesen liegt die Basis eines Stückes, welches, vorn auf dem Rüssel gegen diesen eine Halbrinne bildend und konisch verengt, seine Wand verstärkt, wohl sicher die Oberlippe. Nach Innen sind dieser zwei Stäbe verschmolzen und sie stützt sich mit diesen an der Basis auf zwei schmale und lange aufsteigende, am anderen Ende plötzlich anschwellende, in den Kopf eintretende, mit Muskeln versehene Chitinstücke. Ich glaube in jenen Stäben rudimentäre Oberkiefer und in den letzten Stücken deren Muskelfortsätze, Apodemata, zu sehen. Es wäre möglich, in dem Stücke, welches sich vorn am Tragen des Saugpolsters betheiligt, einen mit der Unterlippe zum Rohre verschmolzenen Unterkiefer zu finden. An seine Basis tritt mit zwei kurzen Ausläufern ein Stück heran, welches ebenfalls den Rüssel ganz umschliesst. Es gleicht etwas zwei Pflugscharen, welche dorsal durch eine schmalere, ventral durch eine breitere Brücke rohrartig verbunden, diese ventral, wie nach vorn mit zwei Spitzen, so nach hinten gegen die Speiseröhre hin mit zwei langen Hörnern überragen. Da die Hinterwand dieses Stückes durch den Speichelgang von der Unterlippe getrennt ist, wird es wohl sicher ein Unterkieferrohr darstellen, dessen Verlängerung dann in jenen von den Seiten zum Rücken aufsteigenden und dorsal durch die Platte verbundenen, mit ihr das Polster stützenden Stäben gefunden werden kann.

Die bestimmte Diagnose dieser Theile im Fliegenrüssel, wird nur durch eine grössere Reihe von Vergleichen gegeben werden können, welche um so mehr auf die Eintheilung der Fliegen Einfluss üben könnten, als die Entwicklungsgeschichte dieser Thiere besonders grosse Verschiedenheiten zeigt. Hier genügt es, nach den beiden gegebenen Beispielen zu bemerken, dass anderweitig auch durch eine vor der Unterlippe liegende Zunge, Glossarium, eine Stechborste soll gebildet werden können und dass so die Weibchen der Tabaniden sechs Stechborsten haben, die Syrphiden vier, die Conopsiden und manche Musziden zwei, während unter den Oestriden bei Cephenomyia noch Palpen und Rüssel, bei Euterebra noch der Rüssel, bei den übrigen aber nur noch einige weiche Höcker sichtbar sind.

Auch in der durch ihre Fortpflanzung so ausgezeichneten Gruppe der parasitischen pupiparen Fliegen, deren Kopf in den Thorax eingezogen erscheint, welche sich übrigens für die Hippobosziden durch dreigliedrige Fühler den Musziden näher, für die Nycteribiiden mit nur zwei Fühlergliedern weniger nahe anschliesst, zeigen die Mundwerkzeuge eine ungleiche Entwicklung. Braula, auf Bienen, hat eine Art Rüssel und daneben kurze kolbige Taster; Nycteribia auf Fledermäusen soll einen Rüssel und zwei Paar weitere Organe haben, Melophagus auf Schafen einen borstigen Rüssel und daneben ein Paar Klappen, Stenopteryx wie Ornithomyia, auf Vögeln und

Hippobosca auf Pferden zwei borstige oder messerförmige Kiefer bei verkümmertem Rüssel.

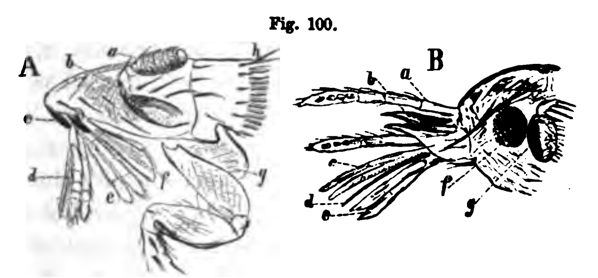
Saugende Mundwerkzeuge ohne alle Beimengung stechender oder beissender Theile besitzen die Schmetterlinge, Lepidoptera. Der Rollrüssel, die Zunge, Lingua spiralis des Fabricius, wird in der Hauptsache bei ihnen gebildet durch die Unterkiefer, Maxillae. Deren Lobi sind in der Regel sehr lang fadenförmig, oben härter, ventral nachgiebiger, einzeln entweder röhrig oder rinnenförmig, legen sich parallel innen dicht gegen einander und können durch Anspannen von an ihre Rückenseite gehenden Muskeln gestreckt werden, während sie in der Ruhe sich spiralig unter dem Kopfe einrollen. Sind sie einzeln röhrig, so ist der Mund getheilt. Die Unterkieferbasis trägt ausserdem zuweilen, so bei manchen Nachtschmetterlingen, namentlich aber den Kleinschmetterlingen, Microlepidoptera, jedoch nicht den Wicklern, den Choreutinen, einigen Tineinen, ein Paar zweigliedriger oder dreigliedriger Taster, welche bei einigen Motten sogar bis sechs Glieder bekommen, in der Mitte abwärts geknickt und taschenmesserartig zusammengeklappt sind. Da sie in der Regel gegen die Lippentaster zurücktreten, nennt man sie Nebenpalpen, Palpuli. Die Lippentaster, kurzweg Palpi, bilden mit ihrem gemeinsamen, oft gespaltenen Tragstück die Scheide der eingerollten Zunge, sind behaart, meist dreigliedrig, oft über kopflang, mannigfach gerichtet, das Endglied zuweilen haarfein. Sie verkümmern selten. Die Oberlippe bildet über dem Rüssel eine dreieckige Platte, ebenso unbedeutend, wie die kurzen papillären, unbrauchbaren Oberkiefer. Bei verschiedenen Spinnern und den Hepialiden verkümmern auch diejenigen Mundtheile, welche gewöhnlich gut entwickelt sind, und die erwachsenen Thiere nehmen dann gar keine Nahrung. Aber auch in anderen Gruppen sind sehr bemerkenswerthe und auf die ganze Lebensweise Einfluss übende Unterschiede. So vermögen unter den Abendschmetterlingen die Macroglossa und die echten Sphinx, über den Blüthen schwebend, Honig zu saugen, nicht aber der träge kurzrüsselige Todtenkopf, Acherontia atropos, und die Arten der Gattung Smerinthus, Abendpfauenauge und Pappelschwärmer.

Die geringe Grösse der Arten mehrerer Gruppen von Insekten macht nicht allein die Mundwerkzeuge weniger deutlich, sondern verbindet sich auch mit einer geringeren Entwicklung derselben, welche wohl in Relation zur geringen Körpergrösse, dann auch bei vielen zum parasitischen Leben, welches die Nahrung leicht bietet, steht.

Unter solchen haben die Fächerflügler, Rhipiptera oder Kölbchenflügler, Strepsiptera, welche ersteren Namen nach den hinteren, den zweiten nach den vorderen Flügeln der Männchen führen, und an Bienen schmarotzen, spitze übergreifende Oberkiefer und mit der Unterlippe verschmolzene Unterkiefer sammt zweigliedrigen Tastern.

Bei den Flöhen, Aphaniptera genannt, weil bei ihnen die Flügel höchstens durch Schüppchen angedeutet sind, könnte man wohl die Unterkiefertaster für die Antennen ansehen, indem sie mit vier freien langen Gliedern vorn am Kopfe vorragen. Die wirklichen Antennen liegen

Fig. 100.



Mundtheile von Flöhen, etwa 50mal vergrössert.

A. Von Ceratopsyllus vespertilionis Samouelle, Hornfloh der Fledermäuse aus Heidelberg.

a. Antenne. b. Antennalgrube, aus welcher die Antenne herausgeschoben wurde. c. Hornspitzen, welche den Gattungsnamen bedingen, von der Stirne herabragend. d. Maxillartaster, die Zunge und die Oberkiefer umschliessend. e. Lippentaster. f. Maxillarladen. g. Abgelöste, die Hüften tragende Platten für das erste Fusspaar. h. Gezähnter Rand des Prothorax.

B. Von Pulex hominis Linné, gemeiner Floh des Menschen.

a. Maxillartaster. b. Maxillarladen. c. Oberkiefer. d. Zunge. e. Lippentaster. f. Auge. g. Antenne.

jedoch bürstenartig oder kolbig, mit Haaren besetzt, in einer Grube hinter den Augen, wenn diese vorhanden sind. Ausser jenen Tastern stehen auf den Grundgliedern dreieckige Unterkieferlobi, welche mit einer ausgezogenen Spitze seitlich die Scheide der Oberkiefer und der sogenannten Zunge bilden. Diese Scheide wird an der Wurzel hinten vervollständigt durch das rinnenförmige Grundstück der Unterlippe, welchem zwei viergliedrige Taster aufsitzen, welche aussen mit einigen steifen Haaren bekleidet und an der Hinterkante klingenartig verbreitert sind. Die in dieser Scheide steckenden Oberkiefer sind gleichfalls Klingen, etwas breit aber zart, jede beim Floh des Menschen mit mehr als zweihundert Zähnen besetzt, welche in zwei Doppellängsreihen, eine an der vorderen, eine an der hinteren Kante, geordnet, nach der Spitze zu etwas hakig umgebogen sind und weiter hin quer gegen die Reihe gerichtete Plättchen darstellen. Diese Oberkiefer haben auf der Innenfläche eine feine Rinne. Sie werden ergänzt durch die sogenannte Zunge, welche, wenn nicht als wirkliche Oberlippe verstanden, doch der Epiglottis der Culiziden gleich erachtet werden darf und deren Flächen als vordere und hintere angesehen werden müssen, wo dann die hintere gerinnt ist. Die seitlichen Kanten sind mit sparsam weit auseinander stehenden ganz niedrigen und stumpfen Zähnen besetzt. Die Basis dieser Zunge liegt, da die Unterkiefer mit dem borstenbesetzten Basaltheil vor dem Munde sich gegeneinander legen, ohne jedoch dort eine Rüsseldecke zu bilden, im Kopfe und lässt sich zwischen und vor den Augen am Scheitel verfolgen. Der Kopf ist mit den starken Muskeln der Mundwerkzeuge gefüllt. Helfend treten endlich zum Munde die Füsse des vorderen

Paares, deren Hüften durch Einlenkung der sie tragenden Platten am in den Kopf eingreifenden und diesen stützenden Prothorax sehr stark und frei sich bewegen. Sie stemmen sich beim Einstechen auf und drücken in Knickung der Hüfte am Trochanter gegen das Femur und des Femur gegen die Tibia den Körper herunter, zwischen sich den Stechrüssel fixirend und eintreibend. Ohne Zweifel läuft der reizende Speichel in den Rinnen der Zunge und der Oberkiefer in die von diesen Theilen in Zusammenlegung oder auch in allmählichem, ungleichem, sägendem Vorschieben gestochene Wunde. Bei den schlanken Hornflöhen, Ceratopsyllus, der Mäuse und Fledermäuse biegt sich die Stirne mit zwei stumpfen Hörnern über den Mund herab; die Maxillarlappen sind verlängert, mit Veränderung der dreiseitigen Gestalt eher einer Pritsche vergleichbar und legen sich mehr nach hinten; das Grundglied der Maxillartaster ist länger, das vierte Glied deutlicher geringelt, die Oberkieferbezahnung zarter. So mögen mancherlei Verschiedenheiten bestehen.

Bei den Quastenflüglern, Thysanopoda oder Blasenfüssen, Physopoda, welche man öfters den Neuroptera, besonders den Orthoptera pseudoneuroptera einreiht, aus welchen aber Haliday eine besondere Ordnung gemacht hat, ähneln die Mundwerkzeuge, indem sie einen nach hinten zwischen die Vorderhüften gerichteten Kegel bilden, äusserlich denen der Zikaden oder anderer Rhynchota. Es sind aber in Wirklichkeit drei- und zweigliedrige Unterkiefer- und Unterlippentaster vorhanden. Die Oberkiefer sind feine Borsten. Bei dem mir vorliegenden Exemplar schauen übrigens wohl drei Borsten aus dem Mundkegel. Es liegt darin einige Aehnlichkeit mit den Organen des Mundes der Flöhe. Die Unterkieferladen sind mit der Unterlippenplatte verwachsen.

Bei den ebenfalls von den Neuroptera als besondere Ordnung abgetrennten Wassermotten, Trichoptera, sind die Mundtheile durch die Verkümmerung der Oberkiefer und Verschmelzung von Unterkieferladen und Unterlippe zu einem Saugrüssel umgestaltet und von viel geringerer Entwicklung als bei den Schmetterlingen. Es sind wie bei einigen der letzteren zwei Paar Taster vorhanden, von welchen der Kiefertaster bis fünf Glieder haben kann.

Da es fast in allen Ordnungen der Insekten flügellose Formen giebt, sei es auch nur für das weibliche Geschlecht, oder doch solche, bei welchen die Flügel zur gänzlichen Unbrauchbarkeit verkümmert oder nur noch für ganz andere Verrichtungen als das Fliegen verwendbar sind*), oder [illegible]

*) Beispiele: Lampyrisweibchen (Glühwurm) unter den Käfern; Bacillus, [illegible] teria und andere Heuschrecken; vielleicht Phloeothrips pedicularis unter den Th[illegible] sanoptera; Troctes unter den Orthoptera pseudoneuroptera oder Neuroptera Biom[illegible] photica; Boreus hiemalis unter den Neuroptera subnecromorphotica; die Ichn[illegible]

gleichgültig behandelt werden, dass sie zwar zuweilen mit der Geschlechtsreife ausbrechen, zuweilen aber das unterbleibt, so kann die Flügellosigkeit allein ein Motiv nicht sein, gewisse Familien von Insekten als eine besondere Ordnung flügelloser Insekten abzusondern und zu vereinigen. So hat Burmeister diese von Latreille und Lamarck in anderem Sinne als bei Linné gebildete Ordnung der Aptera aufgelöst und von der einen Unterordnung der Läuse die Familie der Pelzfresser, sowie die andere Unterordnung der Quastenschwänze, Thysanura, wegen der kauenden Mundwerkzeuge und der geringen Metamorphose als Zünfte der Kaukerfe, Gymnognatha, den Orthopteren gesellt, während er die eigentlichen Läuse als die niederste Zunft der Schnabelkerfe, Rhynchota, oder wanzenartigen Insekten aufstellte. Nachdem die biomorphotischen, während der Wandlungen stets beweglichen, Formen der Neuropteren als Orthoptera pseudoneuroptera betrachtet werden, indem man die Metamorphose höher stellt als die Flügelbildung, ist es nicht so wesentlich, obwohl an sich wohl vorzuziehen, wenn man, wie van Beneden, die Lepismidae unter den Thysanura lieber zu den Neuropteren stellen, sie als Neuropteren mit bleibender Larvengestalt ansehen will. Ausserdem aber stellt van Beneden die andere Familie der Thysanura, die Springschwänze, Poduridae, an die Seite der Läuse zu den Rhynchoten. Die Flöhe hatten durch ihre fliegenähnliche Metamorphose von vorn herein eine andere Stellung.

Die Mundwerkzeuge müssen mangels Charaktere aus der Natur der Flügel für die Zutheilung gedachter Familien von besonders grosser Bedeutung sein.

Für die Poduriden, Springschwänze, kann man kaum zugeben, dass die Mundtheile, wie es gewöhnlich heisst, wenig entwickelt seien. Bei einem Individuum mit vollkommener Springgabel und zwei undeutlichen Tarsengliedern, also einem Achorutes*), welchen genauer zu bestimmen mir bei den oberflächlichen Artbeschreibungen um so weniger möglich ist, als die Fühler abgebrochen waren, finde ich ein Paar ziemlich plumper Oberkiefer, welche an der Spitze je sechs Zähne und dann eine gerippte Kaufläche haben; danach ein Paar langer schmaler Unterkieferstücke, welche,

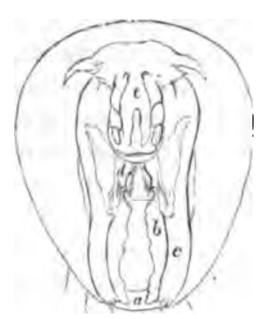
---

monidae pedestres (so Pezomachus); Gonatopus; die Weibchen der Mutillarien unter den Hymenoptera; die Weibchen der Orgyia (Sonderling), der Psychiden und der Solenobien bei den Lepidoptera; die gewöhnliche Bettwanze, Acanthia lectularis, unter den heteropteren Rhynchoten und die Weibchen der Schildläuse unter den Homopteren; einige Pupiparen unter den Dipteren; endlich die ganze Ordnung der Aphanipteren. Unter den Trichoptera (Phryganeiden) und den Euplexoptera (Ohrwürmer) sind mir flügellose nicht bekannt. Es kommt also auf die Abtheilung der Ordnungen an, ob man sagen könne, alle Ordnungen hätten flügellose Formen.

*) Nach Nicolet sollen bei Achorutes alle Mundanhänge fehlen und der Mund nur ein durchbohrtes konisches Hökerchen bilden.

wie jene, mit starken Apodemata in den Kopf aufsteigen und in der Mitte der Innenkante einen besonderen Muskelhaken besitzen. Diesen glaube ich zutheilen zu sollen eine Klappe, welche für die Unterlippe gehalten werden müsste, wenn nicht eine zweite folgte. Diese Klappe trägt zu innerst ein Paar Lappen,, ungefähr gleich Tafelbürsten, welche zusammen eine Zunge vorstellen, nach aussen davon ein Paar Haken, welche von einer Art Helm überdeckt sind. Man muss deshalb vielleicht jene langen Unterkieferstücke als metamorphische Taster betrachten; sie sind aber von dem medianen Unterkiefertheile gelöst. Sie können kaum zum Kauen dienen, da sie mit einem abgestutzten Theile enden, welcher zwar gekerbt, aber doch nicht gezähnt, auch zart und nur theilweise verdickt ist, so dass dieser Theil aussieht wie ein Haken. Die Basis ist verbreitert. Die Unterlippe trägt zwei durch einen Spalt getrennte, aber nicht abgegliederte Lappen und ein Paar zweigliedriger Taster auf einem mit einigen Haaren besetzten queren Grundstück. Die ebenfalls behaarte Oberlippe deckt die Spitze des nach dem Munde zu herzförmig verengten, mit ihm senkrecht abwärts gerichteten Kopfes von vorne.

Fig. 101.



Kopf mit den Mundtheilen von Achorutes? lignorum Fabricius, aus Heidelberg, etwa 40mal vergrössert, von hinten.
a. Oberlippe. b. Oberkiefer. c. Unterkiefer. d. Die Unterkieferbürsten, nach Aussen von ihnen die galeae? e. Die Unterlippe.

Diese Mundtheile stellen die Poduriden zu den Orthopteren, deren häufig ausgezeichneten kaudalen Anhängen sich die Springgabel, so weit vorhanden, wohl vergleichen lässt.

Die starken, nach Latreille bei Machilis siebengliedrigen, bei Lepisma fünfgliedrigen, Maxillartaster und viergliedrigen Labialtaster, der deutliche Helm des Unterkiefers, die lappigen Lippen lassen die Lepismatidae, Zuckergäste,, auch wegen der Schuppen Fischchen genannt, noch deutlicher hierher gehören und es ist dabei unbedeutend, dass die Oberkiefer etwas gestreckter sind als bei gewöhnlichen Orthopteren. Die paarigen analen Borsten, welche durch ihre Behaarung die Benennung der Thysanura überhaupt begründet haben, sind hier den Schwanzfäden der Orthopteren noch ähnlicher, werden auch nicht untergeschlagen. Eine innigere Verbindung dieser beiden flügellosen Orthopterengruppen ist wohl nicht geboten; sie mögen jede eine Unterordnung für sich bilden.

Ueber die Mundwerkzeuge der Haarlinge und Federläuse oder Pelzfresser, Mallophaga, hat Nitzsch bereits gründliche Untersuchungen gemacht. Der breite Kopfschild überragt eine Mundquerspalte, in welcher zwei starke Oberkiefer sich über einander schlagen; die Unterlippe trägt in der Regel kleine Taster, der Unterkiefer thut das wenigstens bei einigen Gattungen. Während die Haarlinge der Gattung Tricho-

dectes sich ganz den Federlingen anschliessen, vermitteln die Gyropus durch die geringe Grösse und Zähnelung der Kiefer vielleicht zu den echten Läusen.

Die Mundwerkzeuge letzterer, der Pediculidae oder Haematopina, sind seit Swammerdam viel umstritten; auch durch die neueren Arbeiten von Landois ist wegen Wechsel in dessen Meinung und Unvollkommenheit in Abbildung und Reduktion auf den Typus der Insektenmundtheile die Sache nicht vollständig geklärt worden. Meine eigenen Untersuchungen an Pediculus vestimenti bestätigen nur, dass die echten Läuse eine ähnliche Mundquerspalte haben wie die Pelzläuse, dass sie aber in dieser einen Stechapparat mit Muskeln, welche sich vorn am Schilde befestigen, vorschieben und mit hinten befestigten Muskeln zurückziehen können, während die Hauptbewegung der Mundtheile der Pelzläuse die Arbeit der Kiefer gegeneinander ist. An der Mundöffnung läuft dieser Apparat in einem konischen Rohr; hinten sieht man die Muskelfortsätze, Apodemata, zwischen den Musculi protractores und retractores. Ich meine, dass dieser Apparat den Oberkiefern entspreche. Ganz im Innern findet sich eine Stechborste. Ich halte es demnach nicht für geeignet, die Läuse von den Pelzläusen ab zu den Rhynchota zu stellen, bevor nicht ihre Mundwerkzeuge erheblich genauer bekannt sind und namentlich untersucht ist, welche Bedeutung dem Schwunde der Taster beizulegen ist.

Was weiter den Verdauungsapparat der Insekten betrifft, so ist in der Regel die Vertretung der Speicheldrüsen bedeutend; nur bei manchen Käfern, den Pentameren, bei Libellen, bei Ephemeriden scheinen sie durch Drüsensekrete der Wand des Speiserohrs ersetzt zu werden. Nach den Untersuchungen von von Siebold haben die Bienenarbeiterinnen drei Paar, welche Zahl auch manchen Käfern und Neuropteren zukommt, während die Hornisse nur zwei, die Hummel aber nach Leydig vier Paar haben soll. Von jenen drei Paar liegen zwei im Kopf, eins liegt in der Brust; das untere Paar im Kopfe verkümmert bei der Königin, noch mehr bei den Drohnen. Auch ist bei den älteren Arbeitsbienen jenes Paar weniger strotzend, und es beruht vielleicht darauf eine weitere Arbeitstheilung zwischen den Arbeitsbienen, von welchen die älteren nach Mehring den rohen eingetragenen Blumennektar allein nicht zu verdauen vermögen und deshalb von den jüngeren aus deren Vormagen gefüttert werden. Die Sekretionszellen sind in Gruppen vereint, welche gestielten Beeren gleichen; die Drüse ist also acinös. Das erste Paar mündet mit besonderen Gängen an der Basis der Zunge; die beiden anderen bilden einen gemeinsamen medianen Gang. Die Brustspeicheldrüsen haben an dem Anfange des Ausführungsgangs unter Verlust des Spiralfadens der Wand ausgedehnte Speichelbehälter.

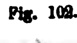
Ich finde auch bei der Brummfliege doppelte Speicheldrüsen, deren

Ausführungsgänge sich zu einem zuletzt einfachen medianen Gange verbinden, die unteren an der Knickung des Rüssels, die oberen an der Basis eintretend. Letztere sind ausserordentlich lange, einfache, aufgeknäuelte Schläuche mit hellen Sekretionszellen. Die Ausführungsgänge sind mit Spiralfäden gestützt. Die Speicheldrüsen von Culex scheinen dem vorderen, bei Calliphora verkümmerten, Paar zu entsprechen. Bienen und Fliegen vertreten demnach zwei verschiedene Formen der Speicheldrüsenbildung, die traubige und die röhrige, welche mit mannigfachen Modifikationen als die Hauptgrundlagen für den Bau der Speichelorgane überhaupt anzusehen sind. Besondere Ausführungen wären dabei namentlich noch die Verästelung der Röhren, bei Blaps, die Umstellung der Hauptröhren mit blinden Säcken, wiederkehrend in Quirlform, die Reduzirung der Acini auf wenige Bläschen, bei dem Flohe.

Die Speicheldrüsenabsonderung der Insekten wirkt nicht allein auf die durch die Mundhöhle durchgehenden Stoffe, sondern zum Theil ausserhalb der Mundhöhle, so bei Fliegen um Zucker und dergleichen zur Aufnahme geeignet zu machen, namentlich aber bei vielen Dipteren und Rhynchoten als in die gestochenen Wunden an Pflanzen und Thieren eingeträufeltes, den Säftezufluss anregendes Gift; bei einigen den Menschen sehr unangenehm, Mosquitos, Stechfliegen, Bettwanzen; Thiere tödtend bei Asilusfliegen, Wasser- und Landraubwanzen; besonders berüchtigt bei der Tse-tsefliege Zentralafrika's, Glossina morsitans, deren wiederholter Stich die zahmen Wiederkäuer tödtet, so dass deren Geschlechter nur zu gewissen Jahreszeiten in den Tse-tsegegenden zu leben oder sie nur Nachts zu durchwandern vermögen. Der Speichel fliesst auch sonst nicht selten aus der Mundhöhle und wird, wie dem Aufzusaugenden oder zu Kauenden, bei Bienen, Wespen und anderen, Wohnungen herstellenden Insekten wohl auch dem zu verarbeitenden Material, Wachs, Holz, Erde u. s. w. beigemengt, chemisch wandelnd oder verkittend. Daraus kann man leicht die besondere Funktion schlauchförmiger, oft den Darm weit an Länge übertreffender Speicheldrüsen bei Insektenlarven ableiten, welche ihren gemeinsamen Gang zu einem besonderen spindelförmigen Ausgangstheil an der Unterlippe, dem Spinnröhrchen, Fusulus, vorstrecken und aus demselben eine, an der Luft zum Spinnfaden erhärtende, klebrige Flüssigkeit vorzutreiben erlauben. Diese wird mit geschickten Bewegungen des Körpers bald nur zum Ankleben der sich verpuppenden Larve, bald zu einem schützenden, oft mit fremden Stoffen oder den eigenen Haaren durchwebten Kokon um dieselbe, bald zur Bildung eines tragbaren Gehäuses für die Larve, bei Phryganeiden, Sackträgern, Kleidermotten, zur Anheftung versteckender Decken aus dem Kothe und Aehnlichem, bei Larven von Lema und Hemerobiiden, den Blattlauslöwen, zur Auskleidung der Gänge, bei Wachsmaden, zum Schutze der aus einem Eisatz hervorgegangenen verschwisterten Räupchen über Winter und bei Nacht und in hundert-

facher Modifikation benutzt. Der erhärtete Stoff, die Spinnseide, das Serolin, gehört unter die stickstoffhaltigen, chitinartigen Körper. Die Raupen der Schmetterlinge haben diese Spinndrüsen neben dem weiteren Paar von Speicheldrüsen, welches die erwachsenen Schmetterlinge allein besitzen.

Man hat wohl auch eine Zweitheilung der Speiseröhre angegeben, wenn bei den Schmetterlingen von den Maxillarröhren aus doppelte Kanäle in den Kopf eindringen, besonders auffällig beim Schwalbenschwanz, Papilio machaon, bei welchem die zwei Röhren getrennt bis in den Thorax gehen. Der eigentlichen Speiseröhre gehört solches jedoch nicht an. Diese ist, wenn der Thorax eng und namentlich, wenn der Hinterleib durch Einengung vorderer Segmente gestielt ist, lang. Bei breitem Thorax kann sie schon innerhalb des letzteren in den Magen übergehen, welcher sonst im Abdomen liegt. Besonders kurz ist die Speiseröhre bei Blätter fressenden Insekten, welche im Allgemeinen plumpe Gestalten haben, so nach Ramdohr beim Maikäfer nur $\frac{1}{80}$ des ganzen Darms an Länge. Sie hat eine Muskellage und kann auf der Chitinabsonderung ihres Epithels Borsten und Zähnchen ausbilden. Bei den Zweiflüglern setzt sie sich durch einen starken Muskelring, welcher einen engen Durchgang umschliesst, gegen den Chylusmagen ab. In anderen Fällen geschieht der Uebergang in allmählicher Erweiterung oder es schiebt sich zunächst ein sackförmiger Kropf, Ingluvies, ein, welcher ebensowohl eine grosse Menge Nahrung vorläufig aufnehmen, als sie auch schon, in Mischung mit dem zugleich verschluckten Speichel und der Absonderung seiner eigenen Wanddrüsen, zur Verdauung vorbereiten kann. An dieser Stelle haben, ohne Zweifel als Umwandlung solcher Kropferweiterung die meisten saugenden Insekten, namentlich Dipteren und Lepidopteren, aber nicht die Rhynchoten, einen sogenannten Saugmagen. Bei den Hymenopteren ist derselbe meistens eine gleichmässige Kropferweiterung, zuweilen auch gestielt oder doch exzentrisch, letzteres bei der Honigbiene. Ich finde ihn bei der Brummfliege ursprünglich paarig, aber den der einen Seite verkümmert. Ein solcher Saugmagen hängt durch einen dünnen hohlen Stiel dem Speiserohr an, bei Calliphora hart vor dem Muskelringe am Mageneingang. Er hat sehr dünne Wände, aber doch wenigstens im Stiele


Fig. 102.



Anfang des Verdauungskanals der blauen Brummfliege, Calliphora erythrocephala Meigen, etwa 10mal vergrössert.
a. Speiseröhre. b. Verkümmerter Saugmagen der einen Seite. c. Gemeinsames Speichelrohr. d. Muskelscheibe. e. Gang zum Hauptsaugmagen. f. Speicheldrüse einer Seite. g. Chylusmagen. h. Hauptsaugmagen. i. Hinteres blindes Ende der Speicheldrüse der anderen Seite. k. Anliegend das vordere blinde Ende eines Malpighischen Gefässes.

eine ganz deutliche innere Zellauskleidung. Durch die Bewegungen der Hinterleibssegmente nach Art eines Blasbalgs wechselnd gedehnt, saugt er die am Rüssel liegenden Flüssigkeiten ein und kann sie nachher rückläufig in die Speiseröhre entweder zur Ueberführung in den Magen oder auch zum Erbrechen nach Aussen, so bei der Fütterung der Bienen, gelangen lassen. Ausser der Mengung mit dem Speichel und den eigenen Zellsekreten, welch letztere unbedeutend sind, mag namentlich die Aufsaugung von Wasser durch die Wände für den Inhalt eines solchen Saugmagens in Betracht kommen. Ein Saugmagen ermöglicht auch neben dem Speichel an einer Stelle aufgenommene Flüssigkeit an einer anderen zum Verflüssigen aufzunehmender fester Körper zu verwenden. Durch ihn kann Uebertragung infizirender Flüssigkeiten von einem Orte zum anderen geschehen, so durch Fliegen bei Milzbrand und Aehnlichem.

Gegenüber dieser Pumpeinrichtung am Speiserohre haben die kauenden Insekten ausser etwa einem gewöhnlichen Kropfe noch einen von dem eigentlich verdauenden Chylusmagen abgesonderten Muskelmagen oder Kaumagen, namentlich, wenn nicht schon die Speiseröhre selbst, wie bei Phasmen und Gryllen unter den Heuschrecken, mit Dornen ausgekleidet war. Das Wesentliche eines solchen Kaumagens, wohl auch Vormagen genannt, ist einerseits die Ausbildung härterer Chitinstücke, besonders auf den Kämmen der Magenfalten, andererseits die Kräftigung der Muskellage in der Umhüllung. Auch wenn wie bei Blatta die Chitingebilde in der Hauptsache als starke hakige Zähne erscheinen, ist das immer als die Faltenhöhe anzusehen. Die Raubkäfer haben vier Hauptfalten, die Staphylinen fünf, die Orthopteren sechs, andere noch mehr. Die Bekleidung ist sehr verschieden, mit Reihen von Zähnchen und Schüppchen, grossen Platten, Haken. Zwischen den Hauptfalten erscheinen niedrigere; bei Blatta ausser den Haken, von welchen drei gleich scharf, drei abgestumpft sind, Polster mit kleinen Häkchen. Besonders beim Eintritt in den Magen werden die Bissen dem Quetschapparat, welcher aus dem Zusammenwirken der gegen einander gerichteten Hartgebilde hergestellt wird, unterworfen.

Fig. 108.



Kaumagen der gemeinen Küchenschabe, Periplaneta orientalis Linné, aufgeschnitten, etwa 6mal vergrössert.

Der Chylusmagen fehlt nie, er ist zuweilen bei den erwachsenen Insekten, vorzüglich aber bei den Raupen von grosser Länge, bei den Mistkäfern und den Hydrophilus so ausgedehnt, dass er in mehrere Windungen sich legt, dieses in einiger Beziehung zur vegetabilischen Nahrung, sofern nämlich für den erwachsenen Zustand die Nahrungsaufnahme überhaupt noch eine erhebliche Rolle spielt. Im Chylusmagen schwindet die Chitinbekleidung; seine Wand ist mit Wülsten von Epithelzellen, einer Schleimhaut, bekleidet,

sie kann sich zottig erheben oder Blindsäcke tragen, deren Höhlen in die Magenhöhle sich öffnen und welche entweder weit genug sind, Speise einzulassen oder nicht. Im ersteren Falle werden sie verhältnissmässig weniger für die Absonderung des Magensaftes von Bedeutung sein, als im letzteren.

Man hat, da man namentlich im Puppenstande im Magen Harnkonkretionen finden kann, geglaubt, jenen Anhängen die Bedeutung von harnabsondernden Organen geben zu dürfen. Im Puppenstande findet viel Umsatz bei vermuthlich geringer Bewegung der Säfte im Körper und Stillstand der Entleerungen statt. Harn wird überall in den Geweben gebildet, so namentlich auch im Fettkörper. Wird er nicht zu den besonderen, seiner Ausscheidung dienenden Apparaten gelöst hingeführt und dort ausgeschieden, oder sind diese bereits, Mangels der Entleerung, so gefüllt, dass ihre Wandungen auszuscheiden aufhören, so wird der Harn theils an den ersten Bildungsstätten liegen bleiben, theils von allerlei Schleimhäuten aus in jeden Hohlraum übertreten und in ihm in Form von Konkretionen sich ablagern, theils auch aus den unteren Darmtheilen sich zurückstauen. Aus dem Befunde im eigentlichen Chylustheil des Magens unter solchen Verhältnissen etwas Weiteres zu schliessen, geht nicht an.

Auf den Magen folgt der Darm in sehr verschiedener Länge, für dieselbe in Uebereinstimmung mit dem Gebrauche im erwachsenen Zustande überhaupt und der Art des Gebrauchs. Der Beginn mit dem Dünndarm ist öfters bezeichnet durch den Eintritt von Schläuchen, welche in der Regel als Harngefässe betrachtet werden und nach ihrem Entdecker Vasa Malpighiana heissen, allerdings so, dass die Stelle, in welche sie münden, auch dem hinteren Abschnitt oder dem Pylorialtheil des Magens angehören oder im Gegentheil weiter abwärts liegen kann. Bei wenigen Insekten besitzen diese langröhrigen Drüsen einen einzigen gemeinschaftlichen Ausführungsgang, häufig ein Paar solcher oder wenige Paar, während zuweilen grössere Zahlen dieser Röhren, ohne sich zu verbinden, in den Darm oder Magen münden, bei einigen Heuschrecken. Die Wände dieser Gefässe werden von so grossen Zellen gebildet, dass auf den Querschnitt zuweilen je nur eine Zelle kommt und sie dabei knotig geschwollen aussehen. Die Gefässe winden sich, durch die Tracheen verbunden, durch das Abdomen und sind oft durch die Füllung mit Harnsalzen weiss, oder blassroth, gelblich, grünlich gefärbt.

Wenn der Dünndarm sehr kurz ist, können die Malpighischen Gefässe sich sogar dem Theil des Darms anschliessen, welcher als Dickdarm, Colon, Kothreservoir, bezeichnet wird. Bei den, erwachsen nur Flüssigkeit geniessenden, Schmetterlingen und den Wanzen ist dieser Darmtheil besonders wenig entwickelt, in der Regel aber ist er lang und oft spiralig aufgewunden. Vom Colon kann sich ein Blindsack, Coecum, nach vorn strecken. Die Längsmuskeln pflegen auf ihm bandartig geordnet zu sein. Der ausführende Darm, das Rectum, ist bei manchen Insektenlarven, welche mit flüssiger

Nahrung gespeist werden, schwer aufzufinden und auch als fehlend bezeichnet worden. Bei der Larve des Ameisenlöwen, Myrmeleo, trägt er die Spinnorgane. Die Libellenlarven lassen Wasser in ihn ein und athmen durch seine Tracheen. Umgekehrt scheinen die sogenannten Rektalpapillen mancher Insekten, welche von Tracheen reich durchsetzt in dem Mastdarm stehen, so bei Fliegen zwei Paar, eine Oxydation des Darminhalts im Dienste der Verdauung zu bewirken. Ich finde bei der genannten Brummfliege, bei welcher als Colon nur eine ganz kurze Partie vor jenen Papillen bezeichnet werden kann, vor dieser wieder eine chitinige Auskleidung des Darmrohrs *). Der After mündet im letzten Segmente, durch eine Klappe von den Geschlechtswegen getrennt, sehr gewöhnlich mit Anhangsdrüsen versehen, welche von denjenigen, welche die Harngefässe für Gallengefässe ansehen, als Uringefässe betrachtet werden. Bei den Raubkäfern ist ihr Sekret bedeutend, scharf, übelriechend, dient zur Vertheidigung, in besonderer Weise bei den Bombardirkäfern, Brachinus, bei welchen es bei der Entleerung explosionsartig gasförmig wird und für salpetrige Säure erklärt worden ist. Reservoire können die Absonderung solcher neben dem Mastdarm gelegener, mannigfach gestalteter Organe aufnehmen. Forel hat sich überzeugt, dass die Honigtropfen der Schildläuse aus dem After kommen.

Die Metamorphosen der Insekten gestatten, dass in Häutungen, wie Segmentzahlen und Segmentformen, so auch Zahl und Gestalt der Segmentalanhänge, welche zum Munde stehen, und auch die Einrichtungen weiterhin am Verdauungsrohre sich während des individuellen Lebens erheblich verändern. Aus kauenden Mundwerkzeugen können durch Umgestaltung und Verlegung des Schwerpunktes der Aktion saugende werden und kauende oder saugende können in der besonderen Gestalt der Kiefer und Taster, auch der Tastergliederzahl Wechsel erleiden. Am meisten bleiben Aptera, Rhynchota, echte Orthoptera und Coleoptera sich gleich, doch haben z. B. einzelne Käferlarven durch Auslängung der Kiefer fast stechende Mundwerkzeuge und die besonders grossen Oberkiefer anderer erscheinen erst in der Puppe. Für die Libellenlarven ist die kolossale geknickte, weit vorschiebbare Unterlippenbasis, welche an ihrer Spitze die Laden in Form von Greifhaken trägt, charakteristisch; die Larven der Myrmeleoniden und Hemerobiiden haben die Oberkiefer und Unterkiefer lang, fein, sichelförmig gebogen und gerinnt, so dass sie in Beute eingeschlagen Giftspeichel einfliessen lassen können. Bei den Schmetterlingen haben die Raupen starke kauende Kiefer und diese gewinnen in der Larvenperiode das Nahrungsmaterial für die ganze Lebenszeit in der Hauptsache, während die Unterlippe dem Spinnen und somit zumeist dem Puppenstande dient, der erwachsene Schmetterling aber mit den Unterkiefern sich tränkt und so den weiteren Umsatz fester Stoffe, welche vorher gewonnen wurden, ermöglicht.

*) In einer eben erschienenen Arbeit erklärt Chun diese Organe für eine den sonstigen Mangel des Epithels im Mastdarm compensirende Epithelentwicklung.

Die Hymenopteren zeigen zum Theil ähnliche Vertauschung, obwohl immer mit besserer Erhaltung der Oberkiefer; bei anderen, besonders den parasitisch lebenden, sind in den Larven die Mundwerkzeuge weniger ausgebildet. Auch gestattet erst deren weitere Vollendung in gewisser Richtung die Verwendung zu den zahlreichen Geschäften der arbeitenden Bienen und Wespen. Bei den Dipteren entstehen die stechenden und saugenden Mundwerkzeuge erst später an Stelle unvollkommener, zuweilen deutlich kauender oder schabender.

Die inneren Veränderungen betreffen Entwicklung und Verkümmerung von Speicheldrüsen, Ausbildung des Saugmagens, Veränderungen der Grösse des Magens, welcher beispielsweise bei den Raupen einen viel grösseren Raum einnimmt als bei den Schmetterlingen, und Aehnliches. Wenn das überall passend in Beziehung gebracht wird zu der besonderen Weise der Ernährung, so kann der Mangel der Kommunikation zwischen Magen und ausführendem Darm, welcher namentlich viele Hymenopteren, parasitische und mit Flüssigkeiten genährte treffen soll, als ein Stadium der Unfertigkeit angesehen werden. Wenigstens stehen prinzipielle Bedenken der Annahme, dass wirklich die Durchgängigkeit des Darms oder in anderen Fällen ein Enddarm in Larven fehle, wo die erwachsenen Thiere einen vollkommenen Darm besitzen, nicht entgegen. Die Existenz des ausführenden Darms, welcher, wie Manche meinen, nie fehle, beweist nicht einmal nothwendig die Durchgängigkeit. Andererseits ist jedoch auch daraus, dass ein Enddarm und ein After im Larvenstande etwa nicht gebraucht würden, nicht die Undurchgängigkeit zu erschliessen. Es ist namentlich bei den Larven der Bienen und Wespen die Verbindung des Magens mit dem die Malpighischen Gefässe aufnehmenden Darm geleugnet worden, was nebenbei für die Natur jener Gefässe als harnabsondernder spräche, und für parasitische Larven von Chalcidiern und Ichneumoniden ist die Existenz des Darms überhaupt in Abrede gestellt worden. In dem Abdomen der zu Honiggefässen benutzten besonderen Arbeiterinnen der mexikanischen Honigameise, Myrmecocystus mexicanus, fand Wesmael gar keine Eingeweide. Meine Untersuchungen haben jedoch Speiseröhre, Chylusmagen und Enddarm mit Malpighischen Gefässen und analen Drüsen nachgewiesen, auch den Kothtransport im Enddarm. Nur war die Verbindung zwischen Speiserohr und Chylusmagen defekt und der Honig schien sich frei in der Leibeshöhle zu finden; wenn so, dann jedenfalls nur durch sekundäres Abreissen. Nach Forel läge er im Kropfe.

Die Ernährung der Insekten ist so mannigfaltig, dass man fast sagen kann, es gebe keine organische Substanz, welche nicht eine oder die andere Art anzöge. An Pflanzen die Wurzeln, das Holz, die Rinde, die Blätter, die Blüthen, die Früchte, die Säfte, an Thieren die lebenden und todten Leiber, sowie die Exkremente. Kann ein Insekt seine Beute nicht ganz bewältigen, so schmarotzt es bleibend oder vorübergehend, auf und unter

der Haut, an Federn und Haaren und in inneren Höhlen. So von Maden der Dipterenfamilie der Oestriden Gastrus im Magen und Mastdarm der Einhufer, Oestrus oder Hypoderma unter der Haut der Wiederkäuer und in Mittelamerika als Cuterebra von Californien bis Brasilien auch des Menschen, Cephalomyia in den Stirnhöhlen der Schafe. Die Haut einer Saiga-Antilope aus der Donsteppe habe ich so von Oestrus durchbohrt gefunden, als habe das Thier mehrere Schrotschüsse bekommen, die Larven sassen noch unter der Haut. Ektoparasitisch sind die Mallophagen, die Haematopinen, die Aphanipteren, einige Hemipteren, die pupiparen Fliegen. Die Larven der Ichneumoniden, die der Tachinusfliegen, der Conops, auch der Rhipipteren zehren vom Fettkörper anderer Insekten, welche unterdessen ein unvollkommenes Leben voranführen, bis herab zu den kleinsten. Vielfach schmarotzen Insekten als Commensalen an der Tafel anderer, sei es als Larven, sei es erwachsen. Diese Verhältnisse des ganzen und halben Parasitismus und Commensalismus, von denen an anderer Stelle mehr zu reden sein wird. gehen hier, wie überall, vermittelt in einander über. Ein anderes Thier als Beute fressen, es anstechen, in ihm zehren, mit seinen Abfällen oder Exkrementen verlieb halten, ihm in Conkurrenz Nahrung vorwegnehmen, sind verwandte Handlungen. Bekanntlich unterliegen auch die Lebensmittel des Menschen fast allgemein den Nachstellungen der Insekten und ihrer Larven. Da hat man allein aus den Fliegen mit Fühlern mit Grannenborste, den Athericera, die Larven von Volucella, welche Bienenstöcke dezimiren, die von Sarcophaga carnaria, Schmeissfliege, Lucilia caesar, Glanzfliege, Calliphora erythrocephala, Brummfliege, am Fleische, nicht allein zehrend, sondern durch die Infusorienentwicklung in ihren Exkrementen Alles in zerfliessende übelriechende Masse verwandelnd, Musca domestica, Stubenfliege, unsere Mahlzeit theilend, Helomyza tuberivora, in Trüffeln und Schwämmen, Ortalis cerasi als Kirschmade, im July fast jede Frucht besetzend, Dacus oleae in den Oliven, Ceratites citriperda in den Orangen, Arten von Urophora und Trypeta in allerlei Gartengewächsen, Piophila casei im Käse, Drosophila cellaris am Ueberlauf gährender Fässer, Anthomyia in Radieschen, Chlorops im Getraide und zahllose andere. Jedem Dinge ist ein oder sind viele Insekten angepasst. Die Alten sagten, eine Fliege gehe aus der Leiche des Löwen, eine andere aus der des Hundes hervor; in der That fand man eine Fliege nur an todten Hunden, und auch bei denjenigen, welche Exkremente aufsuchen, findet eine starke Auswahl statt. Aehnlich wie bei thierischer Nahrung kann auch bei pflanzlicher der Wohnsitz innerhalb des Opfers aufgeschlagen werden. Manche Insekten, namentlich Gallwespen, Aphiden und Gallfliegen veranlassen Hyperplasieen des Pflanzengewebes, welche man Gallen *) nennt, oft von sonderbarer Gestalt,

*) Die Franzosen bezeichnen mit galles-insectes gallenähnliche Insekten, Schildläuse.

die bebarteten Rosenbedeguäre, zuweilen nützlich, Galläpfel. Unsere Eiche nährt wohl über ein Dutzend Arten allein von Gallwespen, zehn benannt nach den Theilen, an welchen sie zehren, Cynips quercus folii, baccarum, inferus, petioli, ramuli, corticis, gemmae, pedunculi, calicis, terminalis. Andere, besonders kleine Blattwespen und Mikrolepidopteren miniren in Blättern. Mehr in Stengeln, in Holz, in Früchten und unter Rinden graben Käferlarven aus den Gruppen der Buprestiden, Elateriden, Bostrichiden, Ptiniden, Curculioniden, Cerambyciden, Schmetterlinge besonders der Familie der Sesiaden und Hepialiden, Holzwespen, Siriciden, und andere. Manchmal allerdings geschieht das mehr der Wohnung und des Wegbaus halber als um der Nahrung willen, bei Ameisen, Formiciden und weissen Ameisen, Termitiden. Am erstaunlichsten ist die Fähigkeit mancher mit den allertrockensten Substanzen auszukommen. So kam die Larve einer Buprestide, wahrscheinlich Chalcophora, aus den Dielen unseres zoologischen Museums frisch lebend vor, als die Böden wenigstens zwanzig Jahre gelegt waren. Ptinuskäfer bewohnen den ältesten Hausrath am sichersten. Die Larven von Anthrenus muscorum zehren in unseren dürren Insektensammlungen, die Trox und Dermestes an trockenen sehnigen Anhängen alter Knochen und Felle, die Kleider- und die Pelzmotte, Anacampsis sarcitella und Tinea pellionella an trockener Wolle, Pferdehaaren, Pelzen, die Galleria mellonella in den Wachswaben. Solche mögen Feuchtigkeit durch die Tracheen oder die äussere Haut zu sammeln im Stande sein. Wenn die Bedingungen für die Ernährung erwachsener Insekten und der Larven dicht bei einander gegeben sind, kommt starkes Gedeihen, so für den Maikäfer, Melolontha vulgaris, wenn dem Käfer das junge Laub der Eichen und Buchen und dem Engerlinge am Waldrande die Wurzeln leichten Gestrüuches und krautiger Pflanzen zur Verfügung stehen. So fressen die Larven der Phyllopertha horticola die Wurzeln der Kohlarten, die Käfer die Blüthenblätter der zwischen gepflanzten Obstbäume und Ziersträucher, die Cetonien plündern die Rosenkelche, an deren Wurzeln ihre Larven zehrten. Die Insekten sind zugleich die Aufräumer über und unter der Erde, auch im süssen aber nur sehr sparsam im salzigen Wasser. Auf ihnen baut sich ein reiches thierisches Leben erst von den kleineren zu den grösseren Arten, dann zu den Fischen, Amphibien, Reptilen, Vögeln und insektenfressenden Säugern auf. Die drei niedersten Klassen der Wirbelthiere leben fast ganz von Insekten, beziehungsweise in der See von Krustaceen, unter den Vögeln Raubvögel und Körnerfresser nebenbei und zu gewissen Zeiten, viele als Insektenfresser durchaus oder fast durchaus. Von den Säugern fressen ausser den fliegenden, kriechenden, grabenden, springenden, schwimmenden, kletternden Gattungen der Ordnung der Insektenfresser die kleineren Raubthiere, Halbaffen, Affen, einige Nager, so Feldmäuse, Siebenschläfer, eine Menge von Kerbthieren. Für alle diese liefern die Insekten aus dem Pflanzenreiche durch Umwandlung

der vegetabilischen Körper in ihren thierischen Leib geeignete, mannigfaltigste Nahrung. Solches kann hier nur angedeutet werden.

Von den Arthropoda tracheata zu der Klasse der Crustacea, den Krebsen, übergehend, finden wir unter diesen die höheren Krebse, welche man unter dem Aristotelischen Namen der Malacostraca zusammen gefasst oder belassen hat, als eine Ordnung, welche ziemlich ebensogut verbunden ist, als die ganze Klasse der Insekten. Wir können ihr die anderen Ordnungen nicht unter solch einheitlichem Gesichtspunkte verbinden, wie die Insekten unter einander verbunden sind, so dass wir jene Ordnung eigentlich mit demselben Rechte zu einer Klasse erheben könnten, wie wir das für die Insekten zu thun pflegen.

Das Band für diese Malacostraca ist nämlich ebenso durch eine Zahl gegeben, wie das für die Insekten, dahin, dass eine gleiche Summe in den Anhängen am Munde und in denen derjenigen Segmente gefunden wird, welche man als thorakale oder präabdominale bezeichnet, im Vergleiche mit Skorpionen, und welche durch einen, sei es in der Körperform, sei es durch das Wesen der Segmentalanhänge gegebenen Absatz von dem Schwanze, Abdomen oder Postabdomen, deutlich abgegränzt sind, so dass ein Zweifel über die Gränze, bis zu welcher man zu zählen hat, nicht besteht.

Es ist weniger wesentlich, dass die Chitindecken dieser Krebse in der Regel stärker mit Kalk inprägnirt sind als die der Insekten, mit bis zu 70 Prozent.

Diese höheren Krebse haben, mit ganz seltenen Ausnahmen, welche jedoch eine Absonderung nicht erlauben, so bei den Weibchen von Phronima, zwei Paar Fühlfäden. An der Wurzel des inneren Paars liegt der Gehörapparat, entweder eben da, oder nach anderer Deutung an der des äusseren der Riechapparat. Obwohl die Fühler dabei in ihren fadenförmigen Ausläufern gleichartig sein können, kann man sie um so mehr als Hörfüsse und Riechfüsse unterscheiden, weil auch das Auge bei der Unterordnung der Podophthalmata gestielt zu sein und damit einen Gehfuss vorzustellen vermag. Ueberhaupt kommt die Verlegung von Sinnesorganen an Gliedmaassen, nämlich von Augen an die Seiten der Beikiefer und von Gehörblasen in die Flossenanhänge des vorletzten Schwanzgliedes auch an anderen Körperstellen vor. Wie diese Werkzeuge, zeigen auch die weiteren Segmentalanhänge deutlicher als die der Insekten, dass die eine oder andere Spezifikation hervorgeht aus ursprünglich homologen Elementen. Bei den Malakostraken ist die Zahl der Segmentalanhangpaare, welche hinter den Antennen bis zur Schwanzwurzel folgen, eingerechnet die Oberlippe als medianen verschmolzenen Theil, zwölf. Die wenigen Ausnahmen unter den Laemodipoden charakterisiren sich als solche, nicht als Fremdlinge in der

Ordnung, dadurch, dass sie die Segmente, für welche Füsse fehlen, besitzen, in der Regel wenigstens noch mit metamorphischen Anhängen.

Die Zählung von zehn Paaren Anhänge, indem man die Oberlippe, welche als Gliedmaassenpaar zweifelhaft sein mag, aber auch die Oberkiefer, welche doch unzweifelhaft Gliedmaassen sind, nicht mitrechnet, ist vorgezogen worden. Man meinte dann, wie in den Fühlern, so auch in der Summe der hinter dem Oberkiefer am Kopfe und Thorax stehenden Gliedmaassen gerade das Doppelte der den Insekten gegebenen Zahl zu haben. Das schien um so treffender, als man bei den Myriapoden in den Diplopoden eine solche Verdoppelung der Anhänge durch Stellung zweier Paare an je einem Segmente gegenüber den Skolopendriden fand. Dieselbe fiel, wie dort für die thorakalen Segmente, so hier für das des Oberkiefers weg und man lies deshalb dieses aus der Zählung. Da das Prinzip bei den Krebsen nicht weiter begründet ist, so erscheint es als Spielerei, den Bau der Malakostraken als Verdoppelung der Insekten für den Cephalothorax ansehen zu wollen und noch weniger zulässig, dass man, wie hier den Numerus fünf, so, nach Burmeister, bei den niederen Krebsen den Numerus drei in beliebiger Vervielfältigung suche. Wenn man dabei ein Segment mehr oder weniger gestattet, kann man zwar mit einem so kleinen Numerus jede Zahl zurecht legen, aber gerade darin liegt die Werthlosigkeit der Operation.

Wenn demnach die durch die Gliedmaassen vertretene Segmentzahl auch nicht als ein besonderes Band der höheren Krebse zu den Insekten angesehen werden kann, so ist doch ihre Gleichheit für alle Malakostraken ein sehr guter Beweis der nahen Verwandtschaft derselben untereinander. Soweit sie sich mit anderen, entweder übereinstimmenden, oder in Entwicklungsreihen stehenden Eigenschaften verbindet, darf sie nicht als ein zufälliges Zusammentreffen von Zahlen auf verschiedenartigen Grundlagen angesehen werden, sondern als eine das ganze übrige Verständniss leitende Grundeigenschaft.

Die zwölf thorakalen Anhänge oder Anhangspaare haben mit Ausnahme der einfachen Oberlippe die Fähigkeit, das Prinzip der parallelen Reihen darzustellen, und das meist in höherem Grade als bei den Insekten, sei es durch einen der Zahl nach stärkeren Zerfall, sei es durch grössere Differenz der physiologischen Leistung. Hauptarten der letzteren sind Ortsbewegung, Dienst am Munde für Nahrungsbewältigung, Athmung; diese sind aber nicht so scharf gesondert, dass nicht Einerlei verschiedenen und Verschiedenes gleichartigen Funktionen dienen könnte. Indem man die höheren, malakostrakischen, Krebse zunächst danach, ob die Augen auf beweglichen Stielen sitzen oder ohne Abgliederung auf der Fläche des Kopfes liegen, in stielaugige, Podophthalmata, und sitzaugige, Edriophthalmata, theilt, findet man bei letzteren, nur mit wenigen, deutlich aus Verkümmerung herzuleitenden Ausnahmen die sieben hinteren thorakalen Fusspaare nicht

direkt bei den Geschäften des Mundes betheiligt, als wirkliche Füsse in einem oder dem anderen Sinne, bei einem grossen Theil der Podophthalmata aber fünf, so dass jene als Tetradecapoda, diese, und das mehr üblich als jenes, als Decapoda bezeichnet wurden.

Mit den gestielten Augen können aber andere Zutheilungen der Gliedmaassen zum Mund und Thorax verbunden sein, auch solche, bei welchen die auch in anderen Fällen nicht immer so absolute physiologische Differenzirung bestimmter vermisst wird. So sind allerdings in den exquisiten Formen der Stomatopoda, den Squilliden, drei hintere Fusspaare des Thorax ganz einfache Gangfüsse; die fünf davor stehenden aber bilden eine Gruppe, welche den Charakter von dem Munde dienenden, wenn auch nicht mit Tastern und Kiefern ausgerüsteten Füssen, also einen modifizirten Charakter der Mundfüsse hat, indem die vier hinteren Paare unter ihnen nach hinten abnehmende Greiffüsse sind, das erste aber eine tasterartige Gestalt hat. Da man vor diesen die Oberkiefer und zwei Unterkieferpaare hat, so zählt man am besten ausser der Oberlippe acht zum Munde stehende und drei Gangfusspaare. Wollte man eine analoge Benennung geben, wie oben, so müssten die Squilliden Hexapoda heissen. Zählt man aber allein das erste, tasterförmige der genannten fünf Paare zunächst hinter dem Munde dem letzteren zu und die übrigen, in scharfem Gegensatz stehenden, den Gehfüssen, so stimmen für die Zahlen die Squilliden mit den Tetradecapoda oder Edriophthalmata. Nach dem Prinzipe der parallelen Reihen tragen die Gangfüsse der Squilliden neben der Schiene des gewöhnlichen Fusses, soweit man die Theilbenennungen der Glieder von den Insekten übertragen mag, einen eingelenkten Faden. Diese Vertretung der parallelen Reihen kommt den thorakalen Gang- oder Schwimmfüssen der Dekapoden nicht zu, sondern nur den Schwanzfüssen, auch wo sie nur Geschlechtsfüsse oder an der Bildung der Schwanzflosse betheiligte Anhänge des vorletzten Schwanzgliedes sind. In vollkommenerer Weise findet sie sich an thorakalen Füssen einer dritten kleinen Podophthalmengruppe, welche deshalb die der Spaltfüsser, Schizopoda genannt wird. Hier sind meist die acht oder die sieben, bei Lophogaster, oder doch sechs, bei Mysis und Siriella, hinteren Fusspaare des Cephalothorax, gleich gestaltet, falls nicht etwa die beiden letzten verkümmert sind, bei Euphausia, oder nur das letzte, bei Thysanopoda, und enden mit doppelter viergliedriger Geissel. Will man die Schizopoden mit den Stomatopoden vergleichen, und man hat sie ihnen früher gradezu untergeordnet, so wären im günstigsten Falle bei jenen die fünf in der Mitte stehenden Fusspaare der Squilliden sämmtlich mit den drei hinteren ganz gleich, weder vier für sich gleich, noch eins durch die Verschiedenheit von diesen eher dem Munde zugetheilt, in den anderen eins oder zwei davon kürzer, einfacher und zum Munde gestellt. Während aber die Squilliden überall mit Anhängen der Schwanzsegmente athmen, ist das

bei den Schizopoden nur für die Männchen der Siriella der Fall. Sonst fehlen entweder die Kiemen ganz oder sie stehen an den thorakalen Füssen. Beide Gruppen sind verbunden durch den Mangel der von einer Ueberlagerung des Thorakalpanzers seitlich über die Wurzeln der Beine überdeckten Athemkammer, wie sie die Dekapoden besitzen. Bei den Schizopoden ist nach hinten über den hinteren thorakalen Ringen das Rückenschild besser entwickelt, als bei den Stomatopoden, bei jenen kaum ein bis zwei, bei diesen drei bis vier Segmente frei lassend, doch in dieser Entwicklung genügend, um diese Krebse wie zu Podophthalmata, so auch zu Thoracostraca, Schildkrebse, den Dekapoden zu verbinden. In der Gestalt gleichen die Schizopoden den Garnelkrebsen, Cariden, so sehr, dass man sie Carididen genannt hat. In der Gliederung der cephalothorakalen Segmente schliesst sich denjenigen Schizopoden, welche acht gleichartige Fusspaare haben, ganz genau die Gattung Nebalia an, welche wegen ihrer zweiklappigen Schale und ihrer an den Füssen befindlichen Platten zu den Phyllopoden unter den niederen Krebsen gestellt wurde, aber auch sich in der Entwicklung an Mysis anreiht.

Die Reihe stellt sich demnach folgendermaassen:

Diejenigen Malakostraken, welche acht Fusspaare von zehn hinter dem Oberkiefer als Gehfüsse oder Schwimmfüsse belassen, reihen sich mit der geringsten Zahl der Mundwerkzeuge, einer Oberlippe, einem Paar von Oberkiefern, einem von Unterkiefern und einem von Unterlippen, wobei aber gewöhnlich die beiden letzten Paare als erstes und zweites Unterkieferpaar bezeichnet werden, ganz den Insekten an. So Nebalia und einige Schizopoden: Thysanopoda, Euphausia, wobei von den acht weiteren Fusspaaren bei Euphausia zwei defekt werden, bei Thysanopoda eins. Bei anderen Schizopoden wird das erste Paar von diesen acht kürzer, merklich verschieden, zum Mund gestellt, Lophogaster, oder auch das zweite, Mysis und Siriella. Aehnlich das erste, tasterartige, von acht bei den Stomatopoda unter Umwandlung der vier folgenden zu Greiffüssen.

Bei den Edriophthalmata, die man wegen des Mangels des thorakalen die Segmente überdeckenden Schildes Arthrostraca, Gliederkrebse, nennen kann, ist gleicherweise das erste dieser acht Paare zum Munde gezogen und, indem es durch mediane Verschmelzung den Namen einer Unterlippe in Anspruch nimmt, bedingt es für die beiden nächst vorausgehenden Paare den der Unterkiefer. Bei den Dekapoden herrscht in sofern Uebereinstimmung, als die fünf hintersten thorakalen Fusspaare bei der Ortsbewegung gebraucht werden und ausser einem gegliederten Haupttheil zwar durch parallele Reihen noch direkte Athemwerkzeuge, Kiemen, besitzen können, aber keine weiteren zum Dienste am Munde dienende, kauende, oder gleich Löffeln wirkende oder betastende Glieder oder Gliederreihen tragen. Jene Lokomotionsfüsse können übrigens immerhin mit Scheeren, an welchen der

bewegliche Arm, das letzte Glied, oben oder innen liegt, der Nahrung ergreifung dienen. Die geringe Vertretung der Dekapoden in unseren Ge wässern lässt bei der überwiegenden Entwicklung von Scheeren am erste dieser Fusspaare beim Flusskrebs und beim Hummer diese grossen Scheere leicht als das Normale oder gar Einzige ansehen. Diese Ausschliesslichke gilt eigentlich nur für die Krabben. Unter den Makruren haben die L custina oder Loricata, unter den Anomuren die Hippidae überhaupt kei Scheeren; die der Thalassinen sind sehr unvollkommen durch Kürze d festen Arms; die Penäiden und Astaciden haben dagegen an den dr ersten Fusspaaren gute Scheeren, Polycheles sogar an vier, die Crangonide Palaemoniden und Alpheiden in der Regel an zwei, wobei das zweite dar dominiren kann.

Die diesen Füssen vorausgehenden Mundfüsse oder Kaufüsse könn ihrerseits durch die besondere Entwicklung einiger ihrer parallelen Reih den gewöhnlichen Füssen entgegenkommen. So ist bei den Cariden, der Füsse allerdings nur den im Wasser schwebenden Körper tragen, ein Tas des letzten Maxillarfusses durchaus wie ein Gehfuss gestaltet und ziemli eben so gross und bei den kurzschwänzigen, den Krabben, betheiligen si diese zwei sogenannten Kaufusspaare in derselben Weise durch Besetzung m Kiemen am Athemgeschäfte wie alle oder die vorderen thorakalen Füs Trotzdem ist der Unterschied deutlich. Aus inneren Reihen werden kauend schlürfende, den Mund abschliessende Stücke; die Fussanhänge werd tasterförmig, verkürzt; der Dienst für die Athmung geschieht bald in me sekundärer Weise, endlich gar nicht mehr. Sind hier Theile hart u ungegliedert, so hat man sie als Kiefer, wenn weich und ungegliedert a Lippen, wenn solide und gegliedert als Taster bezeichnet. Man m jeweilig auf Segmente zurückführen und in diesen die inneren, mittlere äusseren Reihen verfolgen, wegen der grossen Zahl oft nicht ohne Schwi rigkeit.

Für das Einzelne mögen einige Beispiele dienen, zunächst von Bra chyuren. Bei einer spitzschnauzigen, oxyrhynchen, Krabbe, Maja squi nado hat der Oberkiefer eine scheinbar mit einem Grundgliede, welches i eine apodematöse Platte übergeht und von welchem an der Basis der Lad ein langes fadenförmiges Apodem vor dem Magen aufsteigt, verwachsen schwere Kaulade. Diese scheint, indem sie ausserdem aussen selbst noch an die Schale mit einer beweglichen Verbindung herantritt, so dass sie seh fest gestützt und das Oberkieferpaar für die Bewegung auf ein Oeffnen und Schliessen beschränkt wird, zu beweisen, es sei das scheinbare Grundglied nur eine Entwicklung gegen das Apodem hin. Aussen an der Wurzel des Ladentheils erhebt sich ein kleiner dreigliedriger Taster, mit Haaren, theils in Büscheln, theils bürstenförmig besetzt. So ist eigentlich der Oberkiefer die besondere Entwicklung eines grossen Tastergliedes, während das zweite

bis vierte die Tasterform zeigen. Die dann folgende sogenannte Unterlippe oder Zunge wird jederseits gebildet von einem schwachen dreieckigen Theile, so dass die äussere Seite und die Spitze des Dreiecks von einem äusseren stabförmigen mit Zähnchen endenden Stücke, die basale Hälfte der inneren Seite von einem ebenfalls am Ende Zähnchen tragenden Plättchen gebildet wird, beide verbunden durch eine dünnere Membran und gegen einander beweglich, keines weiter gegliedert. Der erste Kaufuss, erster Unterkiefer, hat eine ungegliederte gebogene, starre, stachlich behaarte, querüberliegende innere, dann eine äussere mehr nach vorn gerichtete Lade, welche zarter, an der Schneide verbreitert, bürstenartig mit Haaren besetzt ist, endlich nach Aussen einen Taster mit breitem, zartem, behaartem, basalem Gliede und einem schlanken in zwei Borsten endenden Endgliede. Die Basis ist breit, häutig. Dies noch ausgedehnter beim zweiten Kaufuss, zweiten Unterkiefer, an welchem statt der inneren Lade zwei kleine Spitzen, Fressspitzen, stehen, während die äussere Lade zarter ist, am Taster das Grundglied eine breite dünne Platte, das Endglied fast borstenartig verfeinert wird, so dass der Taster kaum zu erkennen ist. Diese Ladentheile legen sich, wie die Unterlippe, in einen hinteren Ausschnitt des Oberkiefers und schliessen so den Mund ab. Am dritten Kaufuss oder eigentlich ersten Beifuss ist die innere Lade kurz und plump, die äussere fast oval, gehörig entwickelt, zwischen sie und den Taster eingeschoben eine noch längere, häutige, viereckige, dritte Lade, mit dem Basalgliede des Tasters verwachsen, aber von ihm abgespalten, alle Laden stark behaart. Auf dem der dritten Lade gleich langen Grundgliede trägt der Taster ein zweites kurzes, dann eine Geissel aus zweiunddreissig sehr kurzen, undeutlich getrennten Gliedern, von welchen jedes aussen mit zwei langen bewimperten Haaren besetzt ist, so dass zwischen den beiden Haarreihen eine Furche bleibt. Die Geissel knickt sich gegen den Mund hin ein, und biegt sich mit der Spitze wieder ab. Die bei den vorigen rundliche Grundplatte verlängert sich hier in einen schmalen Ausläufer, welcher besenartig mit Haaren besetzt in der Kiemenkammer über den Kiemen der folgenden Füsse auf- und abstreicht, sie reinigend und das Wasser bewegend. Man kann ihn als Anhang der äussersten parallelen Reihe dieses Segments ansehen. Der zweite Beifuss, oder bei Einrechnung der Maxillen vierte, entbehrt der inneren Lade, deren Ersatz in den Grundgliedern der äusseren gefunden werden kann. Diese äussere ist übrigens sechsgliedrig und geknickt wie der Taster, nur noch ladenähnlich durch die kräftige Ausführung und die Besetzung mit stachlichen Haaren an den umgebogenen Gliedern. Vom Taster ist ein dritter Ladentheil nicht abgesplissen, sonst ist er durch die Zahl der Geisselglieder mit zweiunddreissig ganz gleich. Der Besenanhang ist auch hier vertreten, aber weit kleiner und ohne breite Basis; dafür sitzt an seiner Wurzel eine Kieme mit etwa sechszig tutenförmig in einander steckenden Bändern oder

quer gespannten Lamellen und eine andere mit etwa hundertundzehn. Insofern hiermit ein neuer Charakter in Uebereinstimmung mit den folgenden, namentlich weiterhin den thorakalen Gliedern beginnt, könnte man von hier ab eine neue Serie rechnen und hätte dann zunächst zum Munde grade so viele Paare gestellt als bei den Entomostraken. Im Taster jedoch und im Besen hat dieses Fusspaar die grösste Aehnlichkeit mit dem vorausgehenden, dieses aber wieder durch den Kiefer mit demjenigen, welches ihm vorausgeht und im Taster unbedeutend ist. Am dritten eigentlichen Kaufusspaar, dem letzten zum Munde gestellten, sind die Grundzüge die gleichen; nur ist die tasterartige Lade im zweiten und dritten Gliede viel breiter ausgeführt. Das Grundglied bildet durch seine besondere Stellung gewissermaassen eine innere Lade; das zweite sehr breite, rhombische Glied kehrt dem der anderen Seite eine gezähnte grade Kante zu und greift innen neben dem dritten vor, das dritte ist herzförmig mit der Spitze dem zweiten aussen aufsitzend. In der Mitte des Grundes dieses Herzens sitzt die Reihe der weiteren drei Glieder, nach der Medianen sich einschlagend, so dass die beiden Laden oder inneren Taster zusammen den ganzen Mundhof und sämmtliche vorausgegangenen Mundtheile verstecken. Der äussere Taster ist etwas hartschaliger als der vorige, nimmt an Bildung der genannten Bedeckung Theil und hat ebenfalls zweiunddreissig Geisselglieder. Der Besen und die Kiemen sind gleichfalls vertreten. Jener ist wieder stärker, härter, von der kräftigen Basis im Winkel gebogen, deutlich abgegliedert von dem Grundgliede, welches ihn wie die Taster trägt. Die Kiemen stehen auf diesem Grundgliede nahe an der Einlenkung des Besens, die eine mit etwa 140 Blättchenreihen, die andere mit etwa 180 und auf den Kanten mit Dornen besetzt. Jeder der drei genannten Besen deckt die Kiemen des nachfolgenden Paars; so schieben der zweite und der dritte Besen sich zwischen Kiemen ein, der erste liegt vor allen Kiemen. Das erste Fusspaar, das der Scheerenfüsse, trägt ebenfalls zwei Kiemen, das zweite und dritte tragen je eine, das vierte und fünfte keine; der dritte Besen versorgt alle diese Kiemen, die eigentlichen Füsse haben keinen mehr*).

Bei der anbei abgebildeten Pisa tetraodon sind die Taster der drei Kaufusspaare einander ähnlicher.

Bei Dromia beginnt die Besetzung mit Kiemen schon am ersten Kaufuss, während im Uebrigen die Einrichtungen in hohem Grade ähnlich, die Mundtheile im Ganzen kräftiger sind und namentlich schon der erste Unter-

*) Maja squinado hätte demnach nur acht Paar Kiemen, während z. B. Pisa unter den Dreieckkrabben mir gleich am dritten Kaufuss drei und somit im Ganzen neun zeigt; die meisten Brachyuren haben neun, nur die Quadrilatera oft weniger. Dromia hat vierzehn Paare, indem, wie nach vorn, so auch nach hinten an den eigentlichen Füssen die Reihe sich ausdehnt und durch Uebereinanderlagerung theilweise verdoppelt wird.

kiefer deutlicher in fünf parallele Stücke zerfallen ist, von welchen das fünfte, nach Aussen von dem undeutlich zweigliedrigen Taster, schon einen unvollkommenen Besen bildet, entsprechend dem Vorrücken der Kiemen selbst um ein Segment.

Bei den Krabben mit dreiseitigem Mundhof, Oxystomata, sind, dieser Eigenschaft entsprechend, auch die den Mundhof deckenden inneren Taster (oder gegliederte Laden) des letzten Kaufusses an den Basalgliedern nach vorn verschmälert. Bei Dorippe finde ich am äusseren Taster die Geissel verkümmert, so dass das schmale Basalglied nur aussen das Dreieck, welches die Basalglieder der inneren Taster bilden, ergänzt. Dagegen ist der Besenanhang an seiner Wurzel ganz ladenartig, durch Haare an der Innenkante bürstenförmig und trägt die Besenverlängerung an der Spitze dieser Lade nach hinten. Die Bürste schliesst den Eingang in die Athemkammer, welcher als scharf begränzter Spalt zwischen den Seitentheilen der Segmente für den letzten und mittleren Kaufuss bleibt und der Besen spielt sehr frei in dieser Athemkammer, durch seine Einsetzung mehr von vorn nach hinten, als im Bogen von unten nach oben bewegt. Die sehr deutliche Vertretung der medianen Sternalstücke für die zwei hintersten Kaufüsse in der Bauchfläche macht diese Kaufüsse hierin den Gehfüssen gleichartig. Die äussere Lade des ersten Kaufusses legt sich aussen an die Wölbungen der Oberkiefer gehöhlt an und erweitert sich vor den Oberkiefern zu einem härteren Theile in Form einer gebogenen Spitze. Von beiden Seiten zusammentretend, füllen diese Spitzen vor den Oberkiefern die rinnenförmige zwischen den inneren Fühlern aufsteigende Spitze des Mundhofs genau aus. Bei Ranina sind die Basen der inneren Taster des letzten Kaufusses ganz gestreckt, mit parallelen Seiten und an den äusseren ebenso gestreckten und sich anlehnenden fehlt ebenfalls die Geissel. In ähnlicher Gestalt, wie bei Dorippe, legt sich nicht allein die äussere Lade des ersten Kaufusses, sondern ein zweites ähnliches aus Umwandlung des Tasters entstandenes Stück und der gleich-

Fig. 104.

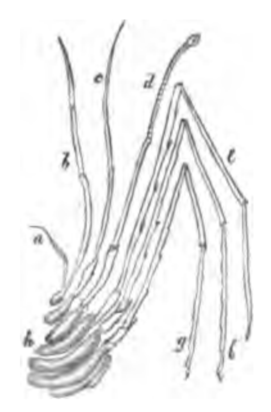


Gliedmaassen der linken Seite des Cephalothorax von Pisa tetraodon aus Messina; natürliche Grösse. a. Innere Antenne. b. Aeussere Antenne. c. Auge. d. Oberkiefer mit Taster und Apodem. e. Schüppchenartige Unterlippe. f. Erster Unterkiefer. g. Zweiter Unterkiefer. h. Erster Kaufuss mit langem und breitem Kiemenbesen. i. Zweiter Kaufuss mit gutem Taster, zwei Kiemen und zartem Kiemenbesen. k. Dritter Kaufuss, dessen Lade den Mundhof bedeckt, mit Taster, drei Kiemen und Kiemenbesen. l. Erster scheerenförmiger Brustfuss mit zwei Kiemen. m. und n. Zweiter und dritter Brustfuss mit je einer Kieme. o. und p. Vierter und fünfter Brustfuss ohne Kiemen.

gestaltete äussere Taster des zweiten Kaufusses um und vor den Oberkiefer, hier mit den Fühlern zu einem vor dem Munde liegenden Bündel von Untersuchungsapparaten, welche zugleich zuführen, zusammengedrängt. An der Wurzel des dritten Kaufusses bleibt keine Spalte.

Unter den Anomuren, deren Schwanz in der Breite und Fülle und in dem Mangel stärkerer Absetzung gegen den Thorax mehr den Macruren, in der Dürftigkeit seiner Gliedmaassen mehr den Brachyuren gleicht, haben die Hippiden die Basis der Taster des letzten Kaufusses breit, eiförmig gerundet, von beiden Seiten die übrigen Mundtheile überdeckend und die letzteren in dieser Verborgenheit auch zart ausgeführt. Bei den Porzellankrebsen wird erst durch plumpere Ausführung der drei letzten Glieder, bei den Galatheen durch schlankere Ausführung des ersten Gliedes der letzte Kaufuss mehr in sich gleichmässig und allmählich in Gestalt und Haltung entsprechend der Schmalheit des Cephalothorax fussartig. Früher quer über den Mundhof schliessend, steht er nun zur Seite desselben.

Fig. 105.



Fussähnliche Gliedmaassen linkerseits vom Cephalothorax eines Garnelkrebses, Pandalus Narwal Milne Edwards, von Messina, natürliche Grösse.
a. Palpus des äusseren Maxillarfusses mit viergliedriger Geissel. b. Der viergliedrige fussähnliche Hauptast desselben. c. Erster Thorakalfuss. d. Zweiter Thorakalfuss mit vielgliedrigem Antibrachium und Scheere. e—g. Die drei übrigen Thorakalfüsse. h. Die Kiemen.

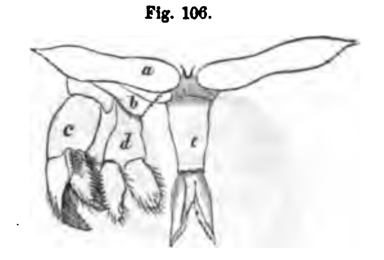
So gelangt man zu den Macrura, bei denen die Kaufüsse des dritten Paares um so mehr fussähnlich zu sein pflegen, je schärfer der Körper seitlich zusammengedrückt ist. Hat, wie bei Pandalus, der erste Fuss keine Scheere, sondern erst der Zweite, so ist die Aehnlichkeit zwischen drittem Kaufuss und erstem Gehfuss am grössten und der zweite Gehfuss, überdies mit gegliedertem Antibrachium, oder der dritte, mit dem vierten und fünften gleich, machen eine bestimmtere Sonderung von ihren Genossen als der erste. Allerdings hat der dritte Kaufuss mit den zwei vorausgegangenen den geisseltragenden äusseren Taster gemein, welcher den Füssen fehlt. Bei Pandalus ist die Oberkieferlade zweiästig, der äussere Ast fein gezähnt, der innere plumper, beide knochenhart, gänzlich verwachsen.

Es mag das genügen zur Erläuterung der allgemeinen Bemerkungen für die Mundtheile der Podophthalmen.

Für die Mundorgane der Edriophthalmen können wir die von Phronima als Beispiel nehmen. Die Oberlippe ist in der Mitte gespalten, jede Hälfte klappenartig beweglich; die Oberkiefer sind ähnlich plattenartig, dreieckig, die innere Seite ist gezähnt, die äussere behaart; die beiden Maxillen tragen auf einem einfachen Grundgliede zwei parallele, ebenfalls eingliedrige Stücke, deren äusseres bei der ersten Maxille das innere stark

gezähnte und beborstete helmartig umfasst, während an der zweiten Maxille beide eiförmige, gespitzte, mit Borsten besetzte Lappen bilden. Die abschliessende Unterlippe trägt auf einem medianen einfachen Basaltheil ein Paar lanzettförmiger Lappen und einen medianen dreieckigen, dem Munde zugewandten, die Zunge. Die springenden Amphipoden, Strandflöhe, und so auch die Laemodipoden haben dagegen die Unterlippe in der Regel mit vier Laden und zwei gegliederten beinähnlichen Tastern. Taster kommen in der Regel auch den Oberkiefern und dem ersten Unterkieferpaare dieser zu. So auch bei den Asseln, Isopoden, gewöhnlich den Oberkiefern, der Unterlippe, den Kaufüssen, während von den mehreren Lappen der Maxillen keiner die Form eines Tasters hat. Bei den Bopyriden verkümmern die Mundtheile bis auf die Oberkiefer. Diese finde ich bei Bopyrus mit armförmigem Grundglied, konisch, zuletzt stark verfeinert, die Spitzen der beiden Seiten zusammengelegt in der engen Mundöffnung, ähnlich bei den lebhaft auf den Weibchen umherspazierenden Männchen wie bei den an Garnelkrebsen unter der Thorakalschale schmarotzenden Weibchen.

Fig. 106.

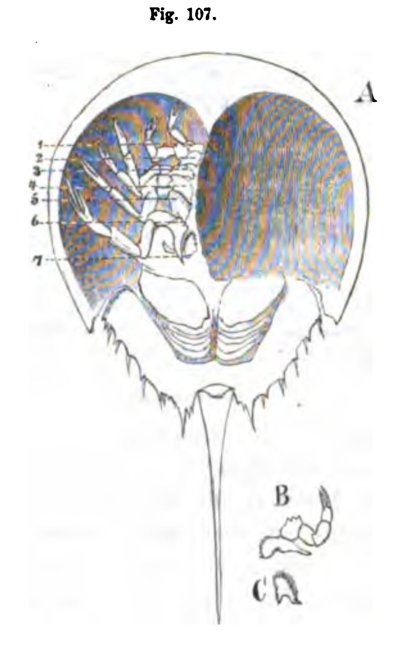


Mundtheile von Phronima sedentaria Forskål ♀ von Villa franca, etwa 20mal vergrössert. a. Oberlippe. b. Oberkiefer. c. Erste Maxille. d. Zweite Maxille. e. Unterlippe mit einem Paar äusserer Lappen, und einem unpaaren, verschmolzenen, inneren.

Die sieben abdominalen Segmente, welche den Malakostraken mit ganz seltenen Ausnahmen, Nebalia mit neun, zukommen, finden sich ebenso repräsentirt bei den Xiphosura, Poecilopoda, mit der einzigen Familie der Limulidae oder Molukkenkrebse, welche in wenigen Arten in den heissen Meeren der Sunda, Molukken, Chinas und Japans, sowie der Antillen von der Tertiärzeit her überlebt haben. Der Körper dieser Thiere zeigt einen grossen gerundeten cephalothorakalen und einen sich hinten in diesen einschiebenden kaudalen Panzer; an letzterem noch hinten einen langen schwerdtförmigen Stachel. Sieht man diesen als dem letzten Schwanzgliede entsprechend an, welches z. B. bei den Makruren den mittleren Theil der Schwanzflosse bildet, während die Seitentheile von den Fussanhängen des vorletzten Gliedes gebildet werden, so sind davor sechs Paar Schwanzfüsse am einheitlichen kaudalen Schild befestigt, plattenförmig, von beiden Seiten in der Mitte etwas verwachsen, die vorderen mehr, und so eine steife dicke Platte über den anderen bildend, die hinteren athmend, die vorderen ihnen Wasser zuführend und sie schützend, ganz wie am Schwanze der Isopoden. Dessgleichen sind sechs Paar äussere Fussanhänge durch an der Kante des Abdomen eingelenkte Stacheln vertreten. Am Cephalothorax zählen die Lehrbücher sechs Paar Anhänge, man muss sieben annehmen; das letzte ist

allerdings verkümmert, aber es hat deutliche, in dieser Verkümmerung die Selbstständigkeit beweisende Eigenschaften. Die gewöhnlichen Füsse haben nämlich an einem angewachsenen Hüftstück eine frei gegen die Mittellinie sich erhebende mit zahlreichen Stacheln besetzte gebogene Kante, der folgende Trochanter ist ebenfalls an der inneren weniger gewölbten Kante bestachelt; die Schiene hat nahe der Wurzel eine Naht, welche am sechsten Fuss zu einem Gelenk wird und zwar weiter hinausgerückt, so dass der basale Abschnitt etwas grösser ist als der distale. Danach folgt eine schlanke Scheere, deren stehendes Glied am sechsten Fusspaar viel kürzer und welche an diesem an der Wurzel von vier lanzettförmigen beweglichen Blättchen begleitet ist. Am ersten Fusspaar, den Scheerenantennen mancher Autoren, sind Hüfte. Trochanter und Schiene verkümmert. so dass dasselbe nur dreigliedrig erscheint; das sechste allein ist mit einem entfernt vom Trochanter ganz aussen der Hüfte aufgesetzten, beweglichen, eingliedrigen, spatelförmigen. abgebogenen Taster versehen. Da dieses sechste Fusspaar seine gezähnte Hüfte gehörig hat, so kann ein nachfolgendes Paar von Gliedanhängen, welches in seiner Gestalt und Zähnung den vorausgehenden inneren Hüfttheilen ganz ähnlich sieht, nicht ihm zugerechnet, sondern muss als siebentes Fusspaar gerechnet werden, dessen weitere Theile, sowohl der Hüfttheil nach Aussen, als die Beinabschnitte unter der Hüfte, fehlen. Diese Verkümmerung steht in Beziehung zu der Beweglichkeit des kaudalen Schildes gegen den cephalothorakalen hinter diesem Fusspaar. Der kiementragende Schwanz kann zum rechten Winkel nach dem Bauche eingeknickt werden, während sein letztes Glied, der Stachel, fast zum rechten Winkel aufgebogen werden kann.

Fig. 107.



Molukkenkrebs, Limulus polyphemus Lin. ♀ von der Ostküste des mittleren Amerikas, natürliche Grösse, junges Thier.
A. Das Chitinskelet nach Wegnahme der Füsse der linken Seite, vom Bauche gesehen. 1—7. Die Füsse der rechten Seite in Reihenfolge. B. Der erste Fuss der linken Seite isolirt. C. Der letzte verkümmerte Fuss der linken Seite.

Diese nach einem Weibchen von Limulus polyphemus genommene Beschreibung erleidet bei anderen Arten einige Modifikationen; namentlich haben die Männchen einiger Arten, z. B. von Limulus longispinus, am zweiten und dritten Fusspaar statt der Scheere nur eine Kralle.

Ich kann hiernach keinen Vortheil darin finden, die Xiphosura, wie Alphonse Milne Edwards, zu den Arachniden zu stellen und ihre vorderen Scheeren, wie die Antennes pinces, unsere Mandibeln, der Spinnen, den Antennen der Krebse zu vergleichen, weil die Brücke zwischen ihren Hüften die vordere Begränzung des Mundes bilde. Nach Packard gehen diese Thiere als Larven mit wenigen Gliedpaaren und kurzem Stachel aus den Eiern hervor, damit den metabolischen Krebsen sehr ähnlich, auch ist grade die Bildung von Schildern etwas theils erwachsenen, theils jugendlichen Krebsformen Gewöhnliches. Mir scheinen die Xiphosuren passend den Isopoden nahe gestellt zu werden, vor ihnen ausgezeichnet durch die Schildbildung, die Ausdehnung der Scheeren, welche bei den Tanaiden einem Paar Füsse zukommt, auf alle Fusspaare und den gänzlichen Mangel der bei den Bopyriden schon im höchsten Grade verkümmerten Mundwerkzeuge und der Antennen, welche bei den Landasseln sehr klein wurden. Das doppelte Augenpaar kommt zwar auch bei Edriophthalmen vor, Phronima, aber seiner Erscheinung nach ist es hier vielleicht mehr dazu angethan, in Vergleich gebracht zu werden mit den bis zu drei Paaren auftretenden Augen von Krebslarven, und so wäre Limulus als eine der Gruppen anzusehen, welche helfen die Kluft zwischen höheren und niederen Krebsen zu überbrücken.

O. Fr. Müller hat alle sogenannten niederen, nicht malakostrakischen Krebse als Entomostracea, Burmeister hat dieselben als Ostracodermata zusammengefasst, Claus, wohl derzeit der beste Kenner niederer Krebse, führt sie in einzelnen Ordnungen der Phyllopoda, Ostracoda, Copepoda und Cirripedia, von welchen die erstere eigentlich in mehrere Ordnungen aufgelöst zu werden verdienen würde. Es besteht allerdings für die verschiedenen Ordnungen und für die äusserst ungleichen endlichen Formverhältnisse innerhalb einzelner Ordnungen in den meisten Fällen ein Band dadurch, dass die Embryonen anfänglich drei Gliedmaassenpaare ausbilden, diese nachträglich in Häutungen vermehren, und aus den vorderen in Umgestaltung die Mundorgane gewinnen. Solche Larven, erst für eine besondere Gattung gehalten, nennt man Naupliusformen. Die erste Gestalt kann jedoch auch nur zwei Paare von Gliedmaassen zeigen und es können andererseits schon im Ei die höheren Zahlen erreicht werden. Es können weiter diese primären Füsse gespalten sein oder nicht. Da die neueren Untersuchungen ergeben haben, dass nicht allein vielen höheren Krebsen, wenn sie das Ei verlassen, noch erübrigt, drei, fünf oder sechs thorakale Gliedmaassenpaare und die Anhänge des Schwanzes auszubilden, sowie ihre Kiemen unter Dach zu bringen, Zoeaform, sondern die Schizopoda im Ei deutlich erst eine Naupliusform mit nur drei Fusspaaren bilden, allerdings meist diese schon im Ei durch Häutung überwindend, aber doch bei Euphausia damit frei werdend, kann die Naupliuslarvengestalt weniger als

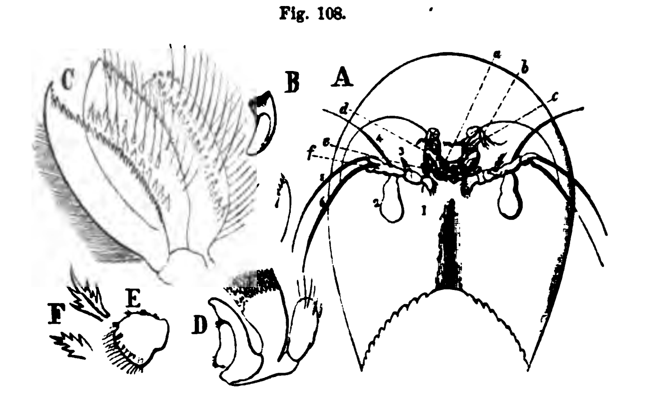
früher, wo sie nur bei Entomostraken vorzukommen schien, ein die Gruppe zusammenhaltendes Merkmal darstellen.

Die Phyllopoden sind von Latreille aufgestellt in Zusammenfassung von Krebsen, theils von einer Schale umhüllt, theils von einem Schilde bedeckt, theils ohne solches, mit vielen Segmenten, diese fast alle mit Blattfüssen, übrigens sehr verschieden, zum Theil hinten mit einfachen Schwimmfüssen, vorn mit Kiemenfüssen, aber letztere in mindestens acht und bis zu sechszig Paaren. Sie enthielten damit nur eine Ordnung der Legion der Branchiopoden des Milne-Edwards, für welche ebenfalls der Name der Phyllopoden in einem weiteren Sinne gebraucht worden ist, und deren andere Ordnung die Cladocera des Latreille oder Daphniden von Strauss bildeten. Diese haben einen besonderen Helm für den Kopf von einer zweiklappigen Schale unterschieden, welche den übrigen Körper sammt Schwanz und den wenig zahlreichen thorakalen Anhängen ziemlich versteckt, so dass gewöhnlich nur zwischen Helm und Schale ein Paar sehr grosser in zwei oder drei Arme gespaltener Antennen, welche den Namen der Cladocera bedingten, zum Vorschein kommen. Das gemeinsame Merkmal der Legion soll eben sein, dass die Thorakalgliedmaassen. blattartig, weniger der Ortsbewegung als der Athmung dienen. Die Verwirrung in der Nomenklatur steigt dadurch, dass auch umgekehrt die eigentlichen Phyllopoden des Latreille Branchiopoden genannt und so den Phyllopoden unterstellt wurden. Nachdem die Gattung Nebalia trotz ihrer zweiklappigen Schale und der Blattgestalt der Füsse sich durch die Zahlen. indem sie hinter den beiden Unterkiefern acht thorakale Spaltfusspaare zeigt, abgesehen von den Füssen des ohne die Furca achtgliedrigen Abdomen; und durch die Einzelheiten des Baus und der Entwicklung sehr gut den Schizopoden anschliesst, ist das Minimum der Blattfusszahl der Phyllopoden im engeren Sinne von Latreille auf zehn Paare zu stellen. Sie enthalten dann die aus den Gattungen Apus und Branchipus von Schäffer gebildeten Familien der Apusidae und Branchipodae und die für Limnadia Brogniart, Estheria Strauss Dürkheim und Limnetis Lovén gebildete der Estheridae, deren gemeinsame Charaktere sehr sparsam sind.

Bei dem seltsam in Tümpeln nach Jahre langem Austrocknen auftauchenden Apus ist der Mund vorn von einer breiten, sonst dreilappigen. am Rande kurz bürstenartig behaarten Oberlippe überdeckt, neben welcher ein Paar zweigliedriger Taster geknickt herabhängt, welche nach der Entwicklungsgeschichte als vorderes Fühlerpaar zu verstehen sein sollen. Die Winkel des übergebogenen Kopfschildes stellen sich gegen die Oberlippe jederseits mit etwas verhärteten Chitinecken und die Lippe ist von Chitinstäbchen gestützt. Zu den Seiten und von hinten wird der Mund umfasst von einem Paar Oberkiefer, welche ungegliedert sind, und in deren gehöhlte Fläche sich die Maxillen zum Theil einlegen. Zwischen den bekannten

Antennen und diesen kauenden Mundwerkzeugen finde ich die zweite Antenne, von welcher man sonst annimmt, dass sie bei den erwachsenen ganz

Fig. 108.



Tümpelkrebs, Apus cancriformis Schäffer aus Deutschland.
A. Cephalothorakaler Schild mit den Mundwerkzeugen und dem ersten Fusspaar in natürlicher Grösse. a. Oberlippe. b. Vordere Antenne. c. Zweite Antenne. d. Oberkiefer. e. Die Maxillen. f. Erster Fuss. 1. Dessen Lappen oder Lade; 2. Kieme; 3—6. Die vier Geisseln. B. Oberkiefer, etwa 6mal vergrössert. C. Erste Maxille, etwa 15mal vergrössert. D. Zweite Maxille, etwa 10mal vergrössert. E. Lade des ersten Fusses, etwa 8mal vergrössert. F. Gezähnte Stacheln von der Lade der ersten Maxille, etwa 100mal vergrössert.

fehle, bei einem mehr als einen Zoll langen Individuum. Sie ist armartig gekrümmt, undeutlich dreigliedrig, fadig gespitzt. Der Oberkiefer trägt auf seiner plumpen Schneide acht Querleisten, welche, sich an den Kanten spitz erhebend, Doppelzähne bilden; er ist nicht gegliedert und ohne Taster. Die erste Maxille ist jederseits in drei Lappen gespalten. Die äusseren bedecken jedesmal den nächstfolgenden zum Theil und ist der äusserste am meisten kieferartig gebogen und hart, der innerste am meisten oval und weich. Der äusserste ist ferner an der Aussenkante mit 54 gefiederten Haaren, an der Innenkante mit vierzig Zähnchen besetzt, von welchen die an der Spitze die grössten und welche wieder mit drei bis fünf Nebenzähnen an beiden Kanten, die äussersten aber nicht an der freien Kante, gesägt sind. Der mittlere Lappen ist auf der Fläche mit elf, jenen gesägten Zähnen ähnlichen Papillen, neben diesen nach der Innenkante zu mit sieben langen, auf breiten Basen, wie es scheint beweglich, inserirten Haaren besetzt, worauf dann an dieser Kante selbst vierzehn etwas kürzere Haare folgen, um nach der Spitze des Lappens winzigen Borstenbündeln Platz zu machen. Der dritte Lappen, kürzer und stumpfer, trägt siebzehn solcher Papillen, davor neun lange und am Innenrande, besonders gegen die Basis, wieder ein Dutzend Haare, an der Spitze und der Aussenkante gleiche Borstenbündelchen. An der zweiten Maxille ist der äussere Lappen ein zweigliedriger, am Ende stark haariger Taster, der mittlere, beilförmig, trägt an breiter freier Kante über dreissig Zähne, die äusseren gesägt, nach

Innen etwas abnehmend, in mehreren Reihen, am Innenwinkel auf der Aussenfläche von Borsten begleitet. Der innere Lappen ist stumpf hakig. Auch das zunächststehende erste Fusspaar, obwohl den nachfolgenden im Allgemeinen ähnlich, ist vor ihnen ausgezeichnet, zum Dienste beim Munde geeignet. Das basale Glied trägt zunächst nach Innen noch einen bei der Nahrungsbewältigung dienenden, auf der Aussenkante mit kleinen Borstenbündelchen, auf der Innenkante mit zahlreichen Haken und Borsten ausgerüsteten Lappen. Weiter aussen trägt es einen kurzen, sechsgliedrigen Faden oder eine Geissel, gewissermaassen Taster zu jenem Kiefer. Danach geht es in drei parallele Reihen. Von diesen stellt die vorderste eine Geissel mit 29 Gliedern dar, die mittelste trägt auf zwei Gliedern, von denen das zweite die Anfänge der Spaltung zeigt, zwei Geisseln von 40 und 32 Gliedern, so dass im Ganzen vier Geisseln da sind; die dritte stellt ein ovales Blatt dar. Ausserdem stehen nach Aussen und Hinten an der Basis ein flaches dreieckiges, häutiges und ein ovales fleischiges Kiemenblatt. An den folgenden Füssen treten die Geisseln gegen die Kiemenblätter zurück, werden nach und nach blattartig, lanzettförmig und so wandeln sich die Füsse allmählich zu einem eine Anzahl von Blättern kammartig tragenden Stamm, quer und mit den Blättern hinter einander gelagert. Solcher Füsse zähle ich hinter jenem ersten besonderen noch 64 Paare; die letzten sind so zart, dass es schwer ist, ihre Zahl bestimmt anzugeben. Die Hüften bleiben lange härter und stachlich, so dass zwischen ihnen vom Hinterleib zum Munde hin eine von dieser Bewaffnung eingefasste Rinne bleibt, ähnlich wie bei Limulus, aber viel länger und gewiss nicht ohne Bedeutung für den Transport der Speise zum Munde. Das elfte Fusspaar aber hat statt eines häutigen Kiemenblattes und eines fleischigen Sackes zwei grosse dünne fast kreisrunde Blätter an der Hinterkante und trägt zwischen diesen die Eier. Ich zeichne das dreizehnte mit im Ganzen acht Anhängen, zu innerst eine Art Lade verschmolzen mit einem zweigliedrigen Taster. Die Lade ist angedeutet durch einen mit einigen, Zähnchen ähnlichen Chitinleisten verstärkten Wulst; das zweite Tasterglied ist beilförmig, mit harten kurzen Borsten bewehrt. Dann folgen fünf nach vorn gerichtete, immer schlankere Blätter, von deren gesägten Rändern der innere behaart ist, die beiden letzten undeutlich zweigliedrig, das fünfte löffelartig umfassend. An der Hinterkante des Beins, welches eine Gliederung in Folgestücke nicht erkennen lässt, liegt innen der fleischige Kiemensack, aussen ihn umfassend das Kiemendeckblatt. Auf

Fig. 109.

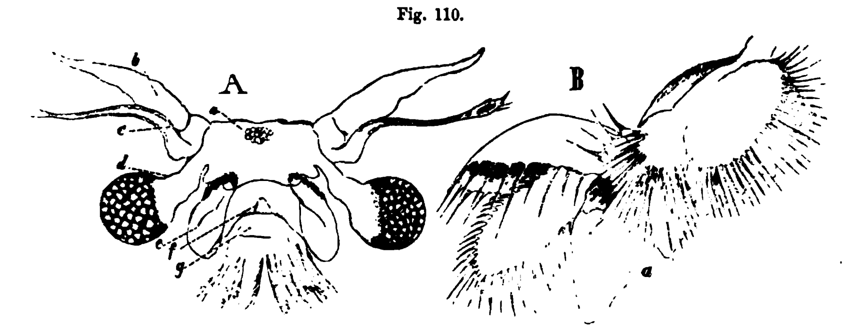


Eine der hinteren Gliedmaassen des Tümpelkrebses, Apus cancriformis Schäffer aus Deutschland, etwa 50mal vergrössert.

die Segmente mit diesen Athemfüssen folgen zwanzig fusslose Schwanzsegmente, in Reihen bestachelt, und zuletzt das Gabelglied, Furkalglied, rechts und links eingelenkt, lange Schwanzfäden tragend.

Bei **Branchipus stagnalis** finde ich hinter den zwei Antennenpaaren, den gestielten Augen und der queren Oberlippe nur ein Paar plumper Oberkiefer, an der Spitze mit einer Art Wulst, mit einem Gitter von etwa fünfzig sehr feinen, hakigen und an der Spitze wieder herausgebogenen Zähnchen, und eine mit einer kleinen Zunge ausgerüstete, mit ausgezeichneten Apodemata und Muskeln ausgerüstete Unterlippe, aber keine Unterkiefer oder Taster. Es scheint mir, man habe wohl die Muskeln und Sehnen, welche ein sehr sonderbares Ansehen haben, für Gliedmaassen gehalten. Die nachfolgenden elf Fusspaare sind durch die von ihnen getragenen Lappen denen von Apus ähnlich. Ich finde an der Vorderkante einen getheilten, mit sehr vielen langen, nach hinten gerichteten, kammähnlich gestellten Borsten besetzten Lappen. Dieser kann ebensowohl Wasser zu den Kiemen peitschen, als diese mit seinen Borsten reinigen und einen Nahrungsstrom zwischen den Hüften des Thorax erzeugen. Der mittlere Theil ist dreigliedrig und es entwickelt sich weiter an seiner Vorderkante ein das lanzettförmige letzte Glied helmartig umfassender Lappen. An der

Fig. 110.



Kiemenfusskrebs, Branchipus stagnalis Linné, aus Deutschland. A. Kopf etwa 20mal vergrössert. a. Medianes Auge. b. Vordere Antenne. c. Hintere Antenne. d. Gestieltes Auge. e. Oberkiefer. f. Zunge. g. Unterlippe mit den sie bewegenden Muskeln. B. Ein Fuss in ähnlicher Vergrösserung, bei a der Kiemenbeutel.

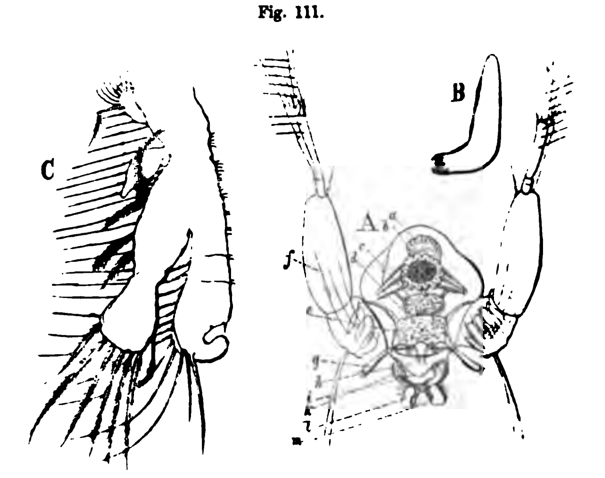
Hinterkante des Beins steht an der Wurzel ein breiter, dünner, schützender Lappen und am Ende des ersten Gliedes hängt gestielt ein länglich weiter, fleischiger Kiemenbeutel. Es folgt endlich ein fussloser Schwanz aus neun Gliedern, mit einer Gabel endend. Die Schildüberdachung des Cephalothorax von Apus ist hier nicht vorhanden.

Wenn Branchipus durch die auf besondere Weise mit Borsten besetzten Lappen an den Füssen etwas gemein hat mit der nachher zu betrachtenden Familie der Wasserflöhe, Daphnidae, so theilen die **Estheridae** gewöhnlich ein anderes Merkmal mit diesen, die Spaltung der Antennen des

zweiten Paars und ihre Umwandlung in kräftige Ruderarme, welche, wie bei der Ortsbewegung treibend und balancirend, so auch, wenn dem Körper genähert, bei Nahrungsergreifung mit dienen können, sowie die Aufnahme des Körpers in eine zweiklappige Schale. Die Mundwerkzeuge sollen bestehen aus einem Paar von Oberkiefern und einem oder zwei Paar Maxillen. Es folgen zehn bis achtundzwanzig Fusspaare und ein fussloser am Ende Borsten tragender Schwanz.

Die Cladocera werden zusammengehalten durch die Umwandlung der Antennen des zweiten Paares in gespaltene Ruderarme, die geringe Zahl der Füsse mit nur vier bis sechs Paaren und die in der Regel zweiklappige Schale, welche bei den Polyphemiden nicht ausreicht den Körper zu umschliessen und dann nur als Bruttasche dient, was sie sonst nebenbei ist, und von welcher der Kopf sich mit einer besonderen Hülle, dem Helm, abgränzt. Jene Fusspaare sind bei den Sididae sämmtlich, bei den Lynceidae und Daphnidae sind nur die hinteren blattartig und dann den ausgezeichnetsten lamellösen Phyllopodenfüssen sehr ähnlich; der andere Theil aber und alle Füsse der Polyphemiden entbehren solcher Platten, sind deutlich gegliederte Greiffüsse. Die Mundwerkzeuge sind, da sie wenig auffällig sind und überhaupt der Bau erst bei sehr feiner Zergliederung klar wird, in manchen Arbeiten fast gänzlich bei Seite gelassen. Es beziehen sich z. B. in der grossen Arbeit über die Naturgeschichte der Daphniden von Leydig nur wenige und meist nicht sehr deutliche Abbildungen auf dieselben. Es

Fig. 111.



Sida elongata Degeer von Christiania, zusammengestellt auf Grundlage der Abbildungen von G. O. Sars
A. Vorderkörper, etwa 50mal vergrössert.
a. Die Ellnbogen ähnliche Einsenkung der Speiseröhre in den Kopf. b. Das grosse mediane Auge mit seinen Muskeln. c. Der dieses versorgende Nervenknoten. d. Der kleine Augenpunkt. e. Das Gehirn. f. Hintere Antenne, Ruderarm. g. Vordere Antenne. h. Die Nasen ähnliche Ueberbeugung des Kopfhelms. i. Die darunter liegende Oberlippe. k. Oberkiefer. l. Unterkiefer. m. Unterlippe.
B. Eine Mandibel, und C. Ein Fuss des ersten Paares von Aussen, beide etwa 200mal vergrössert

scheint überall eine stark nach hinten übergreifend entwickelte, auch bewegliche Oberlippe vorhanden. Es folgen Mandibeln, armförmig gebogen, am Ende verschieden gespitzt und gezähnt oder mit Reihen von Lamellen besetzt und an der Basis mit Muskeln gefüllt, dann ein behaarter, oft rudimentärer Lappen als Unterlippe, und in der Regel ein Paar auf dem beweglichen Endglied mit gegen den Mund gerichteten Borsten besetzter Unterkiefer. Letzteres ist bei einigen Gattungen nicht gefunden worden. Taster fehlen überhaupt, aber die vorderen, kleinen Antennen neigen sich über den Mund und enden mit Fäden, welche man auf die Geruchsempfindung beziehen kann; so Dienste von Tastern verrichtend, können sie bei den Männchen hakig ausgezogen das Weib in der Begattung festhalten.

Wenn man davon ausgeht, es müsse ein Proabdomen oder eigentliches Abdomen vom Postabdomen oder Schwanze unterschieden werden, so kommt man mit Leydig in die Verlegenheit, die nach den Maxillen folgenden Fusspaare diesem Proabdomen zutheilen und den Thorax als fusslos oder als nur die Maxillen tragend ansehen zu müssen. Der Thorax soll dann entweder vom Kopfe auch am Rücken durch eine Bucht getrennt oder, unter Darstellung der Gränze nur am Bauche durch die Anhänge, mit ihm zum Cephalothorax verbunden, das Herz enthalten und gegen das Abdomen dadurch unterschieden sein, dass von diesem sich die Rückenschale frei abhebt. Welche Ungleichheiten würde aber eine solche Gränze bei höheren Krebsen veranlassen, bei welchen eine so verschiedene Anzahl fusstragender Ringe vom cephalothorakalen oder, bei Squilliden, nur thorakalen, überdachenden Panzer sich frei halten kann? Die Nomenklatur der Krebse leidet sehr daran, dass sie Ausgang nahm für die Benennungen von den Wirbelthieren, für die Verwendung von den Insekten. Der Name des Schwanzes bleibt bei den Cladocera für den eingeengten fusslosen Körperabschnitt gut verwendbar, aber für die Unterscheidung von Thorax und Proabdomen ist bei ihnen, namentlich wenn die Füsse alle gleichartig sind, kein zureichender Grund gegeben. Andere Autoren nennen diesen fusstragenden Abschnitt Thorax. Die Ausbildung der Füsse nach Zahl der Paare, Zahl und Form der parallelen Reihen, namentlich Ausbildung eines Kiemenlappens, Gestalt des innersten mit Borstenhaaren besetzten Stückes, des Processus maxillaris der Phyllopoden nach Grube, des Processus coxalis nach Zenker, die des Endes zum Greifen oder zum Schaufeln ist sehr verschieden. Es ist aber um so deutlicher, dass die Bewegung dieser Füsse für die Ortsveränderung bei vielen weniger wichtig sei als für die Bewegung von Wasserströmen und darin Enthaltenem über den Bauch des Thieres und den Mund hin, weil sie fortdauert, wenn die Thiere, wie Daphnien, mit gegengestemmtem Rücken oder gar, wie Evadne und Sida, mit besonderen Haftapparaten an Rücken oder Kopf sich festsetzen, und weil überall die Schwimmbewegungen, an sich träge, unter Mitwirkung des Schwanzes ge-

schehen. Ein solche Wasserbewegung am ruhenden Thiere wird besonders an häutig ausgebreiteten Theilen, welche bewegt werden oder in deren Nähe die Bewegung geschieht, die Bedeutung der Athmung haben; zu dieser wird sich, je stachlicher die Hüften erscheinen, je fester die bewegten Theile sind, um so mehr die der Speisezufuhr gesellen, um endlich hier ganz an Stelle jener zu treten, mit Belassung der Athmung für die weichen häutigen Kiemensäcke. Die Gestaltsähnlichkeit der Cladoceren mit den Branchiopoden im engeren Sinne ist an den lappigen Füssen ausserordentlich gross.

Bei den Ostracoda, Muschelkrebschen, sinkt die Zahl der auf ebenfalls zwei Antennenpaare, eine Oberlippe, Mandibeln, Unterlippe und wie man in der Regel annimmt, ein oder auch zwei Maxillenpaare noch folgenden Fusspaare auf drei oder in Abzug der zweiten Maxille, sowie ohne das im Falle der Verkümmerung der letzten Füsse, sogar auf zwei, bei anderen Zählungen der Maxillen noch tiefer, wie unten ersichtlich. Bei der Unstätigkeit der Zahlen bei den Branchiopoden im weiteren Sinne, und dem Aufgeben des phyllopodischen Fusscharakters bei einigen Cladoceren, bei der ihnen mehrfach aus vermittelnden Formen immer deutlicher zukommenden zweiklappigen Schale, bei der Vertretung von Kiemenanhängen andererseits auch bei den Ostracoda scheint mir, gleich Gerstäcker, es sei kein Grund vorhanden, für die Ostracoda eine besondere Ordnung zu bilden, wie das z. B. Milne Edwards und Claus thun, es genüge vielmehr, sie als Unterordnung der Branchiopoda im weiteren Sinne aufzustellen.

Bei den Cypridiniden und Conchoeciden des Salzwassers kommt in Uebereinstimmung damit sogar das zweite Antennenpaar, welches für gewöhnlich einfach fussartig gestaltet ist und vermittelst Klammerborsten oder Haken zum Anhängen gebraucht wird, gleich dem der Cladocera zur Spaltung und Verwendung als Ruderorgan, wie Claus nachgewiesen hat, allerdings mit geringer Entwicklung des einen zweigliedrigen und weit beträchtlicherer Entwicklung des anderen neungliedrigen Astes, während bei den Cladocera die beiden Aeste sparsam und mit gleichen oder nahezu gleichen Zahlen gegliedert sind. In der Regel folgt auf die Oberlippe ein Paar grosser, stark und gern in doppelter Reihe gezähnter, mit der dreieckigen Basis weit in den Körper hineinreichender Oberkiefer, Kiefer des ersten Paares nach Zenker, in der Art mit Tastern, bei Cypris von weiteren vier Gliedern, besetzt, dass der Kautheil als Hüftstück zu ihnen erscheint, die weitere Reihe in dessen Mitte aufgesetzt ist und das erste dieser vier Glieder noch einen schaufelförmigen, behaarten Lappen trägt. Bei den Cypridiniden aber ist diese fünfgliedrige Mandibel zu einem langen mit zwei Krallen endenden Mandibularfuss geworden und Claus findet an ihm die Repräsentation des Kautheils in einem Fortsatz mit kurzen Spitzen und schwachen Dornen am ersten Gliede. In der Regel folgt ein Maxillenpaar. Schon

bei der gewöhnlichen Cypris hat aber Zenker ein weiteres Fusspaar als Kieferpaar, nach ihm das dritte, bezeichnet und Milne Edwards, Liljeborg, Claus rechnen bei den Cypridiniden zwei Fusspaare als zweites und drittes Maxillenpaar, so dass von den sieben Gliedmaassenpaaren nur eins bleiben würde. Dieses aber ist zu einem Eier tragenden Griffel verkümmert. Es kommen eigentlich schon dem ersten Maxillenpaare Eigenschaften zu, welche seinen Charakter zweifelhaft machen und ihm eher den Titel Kaufüsse verdienen sollten. Während mehrere Lappen, bei Cypris drei, mit Borsten zum Munde gestellt sind, trägt die gemeinsame Basis aussen eine lange kammförmig mit breitwurzligen Haaren besetzte ganz an die Cladocera erinnernde Platte, welche wesentlich Wasser bewegen wird. Das sogenannte zweite Maxillenpaar kann sogar eine häutige Kieme tragen. Die beiden letzten Fusspaare unterscheiden sich durch den Mangel der parallelen Reihen; gestreckt und mit gefiederten oder gezähnten Borsten ausgerüstet, knicken sie sich gegen die Antennen über dem Munde ein und halten die Beute fest.

1688 wurden von Blankaart zuerst kleine Krebschen des süssen Wassers beschrieben, welche dann im vorigen Jahrhundert als Monoculus und Cyclops, wegen des in der Regel unpaar die Stirne schmückenden Auges, den Gelehrten geläufig wurden. Solche besitzen gespaltene Schwimmfüsse und kauende Mundwerkzeuge. Ihnen sind, nachdem es durch Jurine erkannt oder, so weit schon Leeuwenhoek und Degeer solche als Larven ansahen, wieder erkannt wurde, dass als Amymome und Nauplius von O. F. Müller beschriebene Thierchen, die einen mit drei, die anderen mit vier Gliedmaassenpaaren Jugendformen zu jenen seien, dass ferner gleiche Jugendformen auch solchen Gattungen zukommen, welche erwachsen keine Schwimmfüsse und statt der kauenden stechende und saugende Mundwerkzeuge besitzen und dass man in solchen an Hand dieses Schlüssels häufig eine ähnliche Gliederung trotz rückschreitender, statt fortschreitender Metamorphose finden kann wie bei jenen, nicht allein eine grosse Zahl sehr verschiedener, im süssen und salzigen Wasser frei schwimmender kleiner Krebse verbunden worden, sondern auch solche, welche mehr sessil Tischgenossenschaft mit grösseren Thieren üben oder vollkommen schmarotzen. Die letzteren pflegen dann Blut zu saugen und waren zum Theil wegen der seltsamen Umgestaltung früher für Würmer angesehen worden, oder hatten doch als Suctoria allen anderen Krebsen gegenüber eine Unterklasse gebildet, nach Latreille mit den Familien der Siphonostoma und Lernaeida und mit Einrechnung der Pycnogonida. An dem Nachweis der Verwandtschaft in der so entstandenen Ordnung haben die meisten neueren Zoologen mitgearbeitet, aber ein ganz vorzügliches Verdienst darum hat C. Claus.

Dieser, indem er den Uebergang der Mundwerkzeuge in stechende auch bei frei lebenden nachwies und so die Abgränzung der schwimmenden

verwischte, gab den zuerst nur für letztere gebrauchten Namen der Copepoda*) der ganzen Ordnung, van Beneden dagegen wegen des gemeinsamen Durchgangs durch die Jugendform des Cyclops, den Nauplius, welcher, wie wir jetzt wissen, allerdings ähnlich auch höheren Krebsen zukommt, den der Cyclopigenia. Da die gespaltenen Ruderfüsse den Ausgang der Entwicklung aller Gliedanhänge dieser Ordnung mit Ausnahme der vorderen Antennen bilden, ist der Name Copepoda sehr passend; er sollte dann aber nicht wie bei Claus zugleich für die Unterordnung freischwimmender und kauender mit benutzt werden. Ueberhaupt würde die allseitige Verwandtschaft eher Grund geben, gar keine Unterordnungen, sondern nur Familien zu bilden.

Die Ordnung der Copepoden ist ein ganz vorzügliches Beispiel, wie ungleiche Entwicklung ursprünglich gleichartiger Theile, sei es in der metamerischen Zusammengehörigkeit, sei es in den neben einander stehenden Arten zu den mannigfaltigsten Gestalten und Verwendungen führen kann. Die Wandlungen an Leib und Gliedern füllen hier nahezu die Möglichkeiten, welche man sich innerhalb gewisser Gränzen würde konstruiren können.

Die frei lebenden, wie die parasitischen Copepoden verlassen das Ei mit drei Gliedmaassenpaaren an einem ovalen oder öfter birnförmigen Körper. Diese drei Paare repräsentiren die drei ersten Anhangspaare, wie das Rathke und genauer Claus bewiesen haben. Das erste, ungespalten, giebt die vorderen Antennen, das zweite und dritte, gespalten, geben die hinteren Antennen und die Oberkiefer, zunächst deren Taster. In mehreren Häutungen entwickeln sich für die frei lebenden diese Stücke weiter. Namentlich bildet sich am dritten Paare die Lade aus und es kommt ein viertes Paar, das der Maxillen, zum Vorschein, welches aus den unvollkommenen Anfängen, ohne erst einen relativ grösseren zweiästigen Fuss darzustellen, mehr direkt seiner späteren Form entgegengeführt wird. Auch fängt der Rumpf an, einen vorderen cephalothorakalen Abschnitt abzugliedern und treibt hinten die ersten Spuren des Schwanzes in Furkalborsten vor. Dann folgt die Ausbildung eines Doppelpaares von Kaufüssen, die Gliederung des Mittelleibes mit Bildung von Schwimmfüssen, es gelangen die früheren vorderen Gliedmaassen zu ihrer definitiven Gestalt und es gliedert sich der Schwanz, Alles in Häutungen, welche den Theilen unter dem Schutze der alten Chitindecke Gliederung, Spaltung, Vorknospen neuer Stücke erlauben und das Gewordene in Erhärtung der neu abgeschiedenen Chitindecke befestigen und arbeitsfähig machen.

Für die Betrachtung des reifen Zustandes wollen wir Ausgang nehmen vom Cyclops unserer Gewässer. Dessen Körper zeigt drei Abschnitte. Im

*) Ruderfüsser, von κώπη Ruder.

vorderen, welcher ungegliedert ist und ausser den Antennen und den dem Munde dienenden Anhängen ein Paar Schwimmfüsse trägt, pflegt man einen thorakalen Ring mit denen des Kopfes verwachsen zu erachten. Es ist aber ausser der Gleichartigkeit dieses letzten Gliedmaassenpaares mit den nachfolgenden Schwimmfüssen kein ernstlicher Grund vorhanden, grade vor jenes Fusspaar eine Gränze des Kopfes zu setzen. Wenigstens hat eine darauf begründete Zählung von gleicher Fünfzahl der Segmente an Kopf, Brust und Abdomen keinen erheblichen Werth.

An der vorderen Rundung des Cephalothorax liegt das einfache Auge. Es folgen die von Anfang an einfachen vorderen Antennen, mit einer Gliederzahl von sechs*) aufsteigend, meist zwölfgliedrig oder durch Auflösung des achten Gliedes in drei und des neunten in vier Abschnitte siebzehngliedrig, auch wohl durch Theilung des siebenten achtzehngliedrig. Dem Männchen zum Halten des Weibchens dienend, scheinen sie nur bei ihm mit zarten Fäden oder Kölbchen besetzt zu sein, ein schwacher Geschlechtsdimorphismus. Die Antennen des zweiten Paares sind kürzer, nur viergliedrig und der Nebenast, welchen sie in der Larve gehabt haben, ist verkümmert. Um den rundlichen von einer kappenförmigen, gezähnten Oberlippe bedeckten Mund stehen vier Paar Gliedmaassen. Zuerst gezähnte Oberkiefer, statt mit Tastern mit einem Paar Borsten; dann spitze Maxillen mit zwar wenig entwickelten, aber doch doppelten Tastern, endlich zwei Paar Kaufüsse, eins mehr aussen, eins mehr nach der Mittellinie, zarter als jenes, beide viergliedrig, das dritte Glied neben dem vierten in eine Fressspitze auslaufend, sonst mit papillären oder lamellösen Anhängen und starken Borsten. Rathke hat erkannt, dass diese beiden Paare einem einzigen Segmente angehören, also die Spaltung der folgenden Ruderfüsse hier zur gänzlichen Sonderung geführt hat. Soweit eine Unterlippe vorhanden ist, liegt sie übrigens vor den Maxillen, der Mund nimmt in sich nur die Mandibeln auf.

Hiernach folgen vier gleichartige Paare gespaltener Ruderfüsse, von welchen die ersten mit am vorderen Leibesabschnitt, die anderen an nachfolgenden gesonderten Ringen befestigt sind. Jeder Fuss hat einen zweigliedrigen, platten Stamm; dieser spaltet sich in zwei dreigliedrige Aeste, deren zugewandte Ränder mit Haaren besetzt sind, so dass auch bei Ausspreizung der Aeste durch die sich ausbreitenden und kreuzenden Haare eine Art zusammenhängender Ruderplatte bleibt, während der äussere Rand des äusseren Astes mit stärkeren Stacheln bewehrt, der abgewandte des inneren nackt ist. Man erkennt leicht die Vortheile, welche aus solchen,

*) Die jüngsten gleich nach dem Naupliusstadium folgenden Cyklopen haben fünf Antennenglieder und Cyclops aquoreus Fischer von Funchal bringt es nicht weiter als auf sechs.

an sich klein erscheinenden, Besonderheiten für die Ortsbewegung des Thierchens, namentlich in dem Wechsel des Zusammenlegens der Füsse nach der Medianen und dem Bauche beim Vorführen und des ausgebreiteten Standes während der Ruderbewegung nach hinten erwachsen. Das Fusspaar des dem Kopfe verwachsenen Ringes ist schmächtiger. Der vierte freie Thorakalring, im Ganzen der fünfte, trägt statt der Ruderfüsse bei beiden Geschlechtern nur ungespaltene einfache oder zweigliedrige mit Borsten besetzte Anhänge, welche wahrscheinlich dem Manne beim Anheften der Spermatophore an das Weib und dem Weibe zur Stütze austretender Eier dienen, so dass diese als Eisäckchen an der Schwanzbasis ankleben können: Geschlechtsfüsse.

Auch der dritte Körperabschnitt, das stark eingeengte Abdomen, oder Postabdomen, der Schwanz, hat in fünf Ringen wesentlich gleichartige Elemente, aber beim Weibe verschmilzt der erste, die Genitalöffnungen tragende, mit dem zweiten zur festen Stütze für jene Eisäckchen. Nur das letzte Segment trägt ein Paar zylindrischer Anhänge mit nach hinten weggestreckten, langen, gefiederten Borsten, die Furcula, in deren Gabel der After liegt und welche beim Balanciren im Wasser und weil die ausgestreckten Borsten das Sinken verlangsamen, bedeutsam ist.

Bei den nahe verwandten Formen finden sich Modifikationen der Segmentirung wie der Anhänge. Zuerst seltener solche, welche eine etwas grössere Schwimmfähigkeit bekunden, und, wenn wir letztere als das Höhere ansehen, eine grössere Vollendung, eigentlich aber ein grösseres Gleichbleiben der eigentlichen Füsse einschliesslich des fünften Paares, so bei Cetochilus unter den Calaniden. Gewöhnlicher aber ist es, dass, wenn dies fünfte Fusspaar nicht in zylindrischer Gestalt, wie bei den Cyklopiden, oder als Stummel, bei einigen Corycaeiden, oder blattförmig, bei den Harpactiden und Peltididen, oder in unvollkommener Gliederung, bei Calanus, verkümmert ist, oder bei anderen Corycaeiden sammt dem Segmente ganz fehlt, es doch eher in bevorzugter Weise dem Geschlechtsleben dient und dann nicht selten einen auffälligen Geschlechtsdimorphismus symmetrisch oder asymmetrisch vertritt. So fehlt es bei einigen Calaniden zwar den Weibchen, ist aber beim Manne gut entwickelt, einfach einästig bei Calanella, zweiästig bei Euchaeta und Undina, bei anderen einästig mit Fangapparat, Temora, Candace, Pleuromma, Hemicalanus, oder mit Fanghaken am äusseren Aste, Heterochaeta, oder nur rechts mit Fanghaken, Leuckartia, Diaptomus, Ichthyophorba, so auch bei den meisten Pontelliden, welche einen schweren Haken oder eine zweiblättrige Scheere, fast wie ein Lockenbrenneisen, führen.

Auch Füsse anderer Paare können von der Form gespaltener Gliederfüsse mit der genannten Zahl von Abschnitten sich entfernen. Das erste namentlich kann stärker verkürzt werden, bei Irenaeus aus den Pontelliden

Bei den Harpactiden nähert es sich in verschiedenem Grade den Kaufüssen. Bei der Gattung Amymome, welche Claus für den Jungen ähnliche, gedrungene Formen wieder eingesetzt hat, sind seine beiden Aeste nur eingliedrig, bei Euterpe beide, bei Tisbe, Harpacticus, Cleta und Arten von Thalestris doch der innere nur zweigliedrig, bei Westwoodia der innere nur zweigliedrig, der äussere nur eingliedrig, während bei den Peltididen beide Aeste oder doch der äussere Greiforgane werden. Die mittleren Füsse erhalten die Grundeigenschaften am sichersten. Doch wird auch am dritten Paar bei manchen Calaniden der äussere Ast Fangfuss und Corycaeus hat bei Wegfall des fünften Segments und seiner Anhänge den Innenast des vierten Paares nur eingliedrig. Bei Pontella und Irenaeus endlich sind alle inneren Aeste und bei Pontellina und Calanops die der vier hinteren Paare nur zweigliedrig und bei Corycaeus die der drei vorderen Paare zwar dreigliedrig doch in Grösse verkümmert.

Auch die übrigen Anhänge können modifizirt werden. Die Zahl der Segmente der vorderen Antennen steigt bei Calaniden und Pontelliden bis auf vierundzwanzig und fünfundzwanzig. Diese Gliedmaassen übertreffen zuweilen bei Calaniden, Cetochilus, den ganzen Körper an Länge; ihre Haare und die blassen empfindenden Anhänge können sehr entwickelt sein und weit weggestreckt balanciren dann diese Antennen nicht allein gleich der Stange der Seiltänzer, sondern setzen das Thier zeitig in Kenntniss von Allem, was sich naht. Die Geschlechtsfunktion wird an diesen Antennen häufig bei den Männchen nicht allein durch bessere Vertretung der blassen Anhänge, sondern auch durch viel stärkere Ausbildung der, in geringem Grade aber beidseitig, schon den Cyklopiden zukommenden Kniebildung, Genikulation, betont, indem an einer Stelle, sei es beidseitig, bei Harpactiden und Calaniden, sei es nur rechts, in der Regel bei Calaniden und Pontelliden, oder seltener nur links eine Antenne, meist beim achtzehnten oder neunzehnten Glied, eingeknickt wird. Dabei sind meist vorher und nachher Glieder verschmolzen, die ganze Gruppe wird nach der Basis erweitert und mit starken Muskeln versorgt, so dass ein festes und starkes Gelenk an einem Klammerarm gebildet wird. Die zweite Antenne behält meist ihre ursprüngliche Gabelung. Die Mandibeln sind besonders in der Bezahnung des freien Randes verschieden. Bei Hemicalanus plumosus sind dieselben nur einmal eingeschnitten und so fast stiletförmig. Die Maxillen sind bei Hemicalanus und Calanella sehr lang, bei den Pontelliden sehr breit und mit zwei Laden versehen. Die Kieferfüsse können auf einander folgen, statt neben einander, aussen und innen, zu stehen; die oberen oder äusseren können zur Greifhand werden, auch beim Männchen verkümmern. Werden sie im Gegentheil besonders gross, so pflegen die hinteren, welche sonst, z. B. bei Calanella, auch sehr umfänglich sein können, zu verkümmern.

Die Unterlippe kann einem Blumenkelche ähnlich gelappt und auch mit Zähnen versehen sein.

Was die Leibessegmente selbst betrifft, so können, wie am Schwanz der Weibchen die beiden ersten, so am Thorax die beiden letzten verschmelzen oder es kann das letzte verkümmern. Bei Weibchen der Gattung Porcellidium verkümmert das vorletzte. Die Zahl freier Segmente wird dabei doch voll erreicht, wenn zugleich, wie bei Saphirina und Diaptomus, der erste thorakale Ring vom Kopf gesondert ist. Auch können am Kopfe das Antennensegment und das Kieferfusssegment vom Kiefersegment, wenn auch undeutlich, getrennt sein. Ausser der gewöhnlichen Verschmelzung der zwei ersten abdominalen Segmente der Weibchen können auch die zwei letzten verbunden sein; die Combination von Beidem kommt vielen Calanidenweibchen zu, endlich wird das Abdomen auf zwei Glieder oder auf eins beschränkt bei Corycaeus.

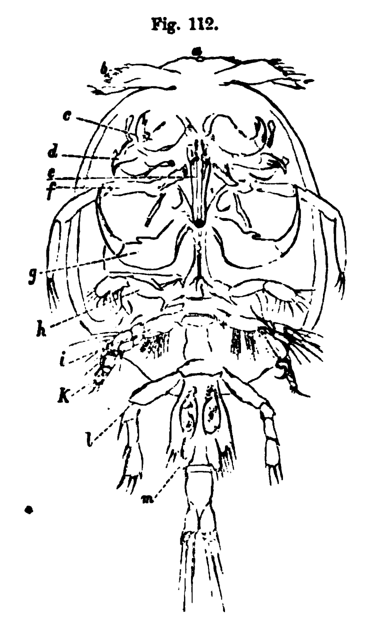
Nehmen wir hinzu, dass die Gattung Pleuromma ihren Namen davon hat, dass an der Basis jedes hinteren Kieferfusses ein Höcker mit Pigment und Krystallinse als Auge erscheint, dass die Gattungen Heterochaeta, Leuckartia, Hemicalanus andererseits das Auge bisher gar nicht erkennen liessen, in noch anderen Fällen dagegen nicht allein die im Cyklopenauge deutlich in Xform von den Seiten zusammengetretenen beiden Linsen auseinander rücken können, sondern auch die Zahl der Augen am Vorderrande oder mehr dorsal und ventral sich zu erhöhen vermag, bis sie endlich bei Temora neun beträgt, auch solche Augen sich vervollkommenen und differenziren können, so haben wir annähernd eine Vorstellung von der Mannigfaltigkeit des freischwimmenden Theils der Ordnung der Copepoden, welche vorzüglich im Meere, gewiss nach Tausenden von Arten und ungezählten Myriaden von Individuen leben und in der Stufenleiter der Ernährung der Thiere eine ungemein wichtige Rolle spielen.

Wenn es wegen der grossen Zahl der Differenzreihen schwierig ist eine gute Gliederung in die frei lebenden Copepoden zu bringen und, wie wir die Bildung von Unterordnungen verworfen haben, so auch die Aufstellung von Familien theilweise recht bedenklich ist, so besteht aus ähnlichen Gründen eine gleiche Schwierigkeit für die Absonderung der Halbparasitischen, Commensualen nach van Beneden, Hospitanten nach Claus und der ganz parasitischen. Die Merkmale, Schwund der Augen, Abnahme der vorderen Antennen und die Wandlung des zweiten Paares oder einiger Füsse zu Klammerhaken, die des Mundes in einen konischen Schnabel und der Kiefer in Stechborsten, der Mangel der Absetzung des Schwanzes oder Abwesenheit des Schwanzes überhaupt, die Verkümmerung der Gliedmaassen im Allgemeinen und der Gliederung selbst des Leibes gegenüber der Ausdehnung im Dienste der Produktion weiblicher Geschlechtsstoffe, die Verschärfung des Unterschieds zwischen den in solcher Weise umgebildeten oder

zurückgeschrittenen Weibchen und überhaupt nicht recht voran kommenden Zwergmännchen, das Ausbleiben des dritten embryonalen Fusspaares in der Entwicklung bei Achtheres, Anchorella, Hessia, alle diese Differenzen treffen nicht in solcher Weise zusammen oder stimmen im Grade nicht so überein, dass eine einfache Reihenfolge für Ausbildung parasitischen und freien Lebens darauf zu machen wäre.

Ein wesentliches Element ektoparasitischer Thiere, das Anhaften, wird mit sehr verschiedenen Mitteln erreicht. Ausserdem, dass häufig Gliedmaassen hakig enden, trägt der innere Ast des ersten Fusspaares bei Clausidium zwei Saugnäpfe. Bei den Lernaeopodiden kommt es vor, dass die äusseren Kieferfüsse der Weibchen, armartig von den beiden Seiten zusammentretend, in der Mitte des Rumpfes einen knopfförmigen oder einem Saugnapf ähnlichen Haftapparat ausbilden, vor welchem dann das Vorderende des Körpers eine freiere Bewegung hat und in Wendungen hin und her Nahrung bietende Stellen auswählen kann, während der die Geschlechtsorgane bergende und die Eischnüre tragende hintere Abschnitt unbeweglich liegt. Diese Knöpfe und ähnlich Haken neben dem Munde und den Antennen können in die Gewebe der Wohnthiere sich einbetten, anschwellen, umwachsen werden. Solche, Hörnern, Haken, Wurzeln ähnelnde, Auswüchse am Vorderende des Körpers werden selbst nicht immer auf Gliedmaassen zurückgeführt, sondern sollen Auswüchse der Segmente selbst sein. So ist bei dem abgebildeten Lepeophtheirus Nordmannii das erste Paar Klammerhaken aus den zweiten Antennen, das dritte aus dem zweiten Kaufuss, das vierte aus einem Ast des dritten Ruderfusses hervorgegangen. Das zweite könnte nach unserer Meinung vielleicht dem zweiten Aste der kleinen Antennen entsprechen, wird aber gewöhnlich als dem Rumpfe angehörig betrachtet. Uebrigens sind bei diesem Schmarotzer des Mondfisches

Fig. 112.

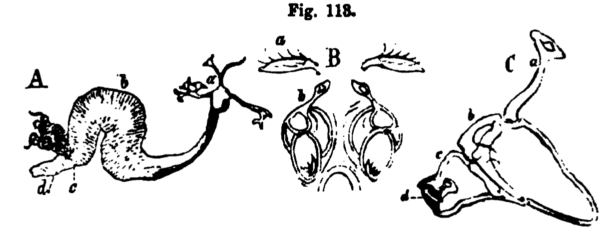


Lepeophtheirus Nordmannii Milne Edwards, parasitisch auf dem Mondfisch, Orthagoriscus mola Bloch, von Cette, etwa 20mal vergrössert.
a. Medianes Auge. b. Vordere Antenne. c. Hintere Antenne. d. Haken neben dem Munde (? zweiter Ast der hinteren Antenne). e. Saugrohr, welches die Mandibularstilete birgt, metamorphische Oberlippe. f. Erster Kaufuss. g. Zweiter Kaufuss. h. Erster Fuss, einästig. i. Zweiter Fuss, zweiästig. k. Dritter Fuss, ein Ast in eine Kralle umgewandelt. l. Vierter Fuss. m. Verschmelzung des letzten thorakalen Segmentes und Fusspaares mit der Schwanzwurzel.

auch die Füsse des ersten und vierten Paares durch Einästigkeit und Besatz des letzten Gliedes mit Krallenborsten mehr zur Hülfe beim Festhalten als zum Schwimmen angethan. Da das fünfte Paar sammt dem Segmente fehlt, oder vielleicht richtiger sammt diesem der Schwanzwurzel angewachsen ist, bleibt nur das zweite zweiästig, ein brauchbares Schwimmfusspaar.

Auch kann die ganze Gestalt des Körpers sich so in die Umgebungen einpassen, dass dadurch der Schmarotzer der besonderen Haftorgane kaum bedarf, um an seiner Stelle sitzen zu bleiben. Das um so besser, je weniger dem Wachsthum des Körpers durch feste Segmentplatten oder gute Gliedmaassen irgend eine Vorschrift gegeben ist. So während Ergasiliden Ascomyzontiden, Caligiden noch sehr den freien Copepoden gleichen, weichen die gestreckten Dichelestiiden, die wenig gegliederten Chondrakanthiden, durch Umwandlung hinterer Füsse in Zipfel wie mit einem Röckchen bekleidet, die durch auf der Brust zusammengetretene Kaufüsse einem Männchen mit gefaltenen Händen ähnlichen Lernaeopodiden und die stabförmigen

Fig. 118.



Lernaea branchialis Linné, altes Weibchen, von den Kiemen des Dorsches bei Helgoland.
A. Das ganze Thier in natürlicher Grösse. a. Verästelte Arme aus Auswüchsen des Kopfbruststück-. b. Geblähtes Genitalsegment. c. Fussstummel, an welche sich die Eierschnüre lehnen. d. Schwanz.
B. Antennen. a. Vordere. b. Hintere; beide Paare, etwa 100mal vergrössert, letztere neben den M[illegible] reichend.
C. Eine der hinteren oder Klammerantennen, etwa 200mal vergrössert.
a. Chitinhebel, das erste Glied vertretend. b. Zweites Glied. c. Drittes Glied mit einem Haken, [illegible] welchen das vierte hakenförmige Glied, d. eingreift.

oder schlauchähnlichen Lernaeiden sehr ab, oft auf das Wunderlichste die Gliederung versteckend und selbst die Symmetrie opfernd, und die Zwergmännchen haben bis herab zu nur vier und selbst nur zwei Fusspaaren.

Die Mundtheile solcher Parasiten lassen noch mehr oder weniger deutlich sich auf die bekannten Grundlagen zurückführen. Die Wurmgestalt der Lernäen beruht auf der kolossalen Ausdehnung des Genitalsegmentes, wie nach der Entdeckung der Larven durch Metzger hauptsächlich Claus nachgewiesen hat. Die vorderen Segmente und ihre Anhänge wachsen nicht mehr. Die Mundtheile werden zapfenförmig zusammengefasst, mehr und mehr von einem Ringe starker Muskeln umschnürt, welcher nebst den ankerförmigen Auswüchsen in Nacken und Seiten allmählich an Stelle der Klammerantennen tritt, welche übrigens wie auch die vorderen Antennen noch bei ziemlich alten Thieren in einiger Entfernung vor dem Munde gefunden werden können.

Aus den Karpfenläusen, welche bei übrigens grosser Vergleichbarkeit mit den Copepoden, das Kaufusspaar entweder in Saugnäpfe, Argulus, oder in Haken, Gyropeltis, umgewandelt haben, hat Claus wegen der hohen inneren Organisation, des grossen Gehirnes, gegliederten Bauchmarkes, röhrigen Herzens, eine besondere Unterordnung der Branchiura machen zu müssen geglaubt. Der Mund bildet auch hier eine Saugröhre, in welcher gesägte Kiefer liegen, die inneren Antennen tragen einen Haken, ähnlich die Kieferfüsse; das erste Fusspaar trägt Klauen, vier weitere sind gespaltene Ruderfüsse. Vom Schwanze ist nur die Furcula durch zwei Platten vertreten. Die jungen Larven haben drei Gliedmaassenpaare.

Das gleiche Band ähnlicher Larven verbindet mit den Copepoden auch die cirripedischen Krebse, welche dem Verständniss erhebliche Schwierigkeiten boten, bis die Larven die entscheidende Handhabe gaben. Auch bei ihnen sind, wenn sie das Ei verlassen, die Gliedmaassen in drei Paaren vorhanden; die des ersten sind einfach, die der beiden anderen gespalten; ihre Grundgestalt und Organisation sind der gewöhnlichen der Copepodenlarven ganz ähnlich: eine identische Spezifikation innerhalb des Arthropodentypus.

Nachdem überhaupt Larven von Cirripedien bekannt geworden waren, bedurfte es doch hauptsächlich noch zweier Reinigungen der frühesten Ansichten, um die Beziehungen ganz klar zu stellen. Einmal, dass allen Cirripedien solche Nauplius- oder Cyclopslarven zukämen*), während Thompson sie den Lepadiden eigenthümlich glaubte, da bei den Balaniden das spätere, sehr verschiedene, zweiklappige, Cypriskrebsen ähnliche, Stadium allein bekannt geworden war, und dass sich das wie auf Lepadiden und Balaniden so auch auf die vorzüglich durch Rathke und skandinavische Autoren bekannt gewordenen Suctoria Liljeborg oder Rhizocephala Fr. Müller erstrecke. Dann, dass die in der Regel, aber nicht immer, den Vorderrand der Cirripedienlarven ausrüstenden „Stirnhörner“ nicht Gliedmaassen seien und auch nicht Gliedmaassen, nämlich Antennen, Ursprung gäben, wie das Darwin und Bate gemeint hatten**), was die Uebereinstimmung in hohem Grade stören würde***). Nachdem das erledigt ist, unterscheiden sich im Ganzen die Cirripedienlarven frühester Phase von den copepodischen durch einen mehr zum Schwimmen und Treiben geeigneten Bau. Sie können die Zeit des Larvenlebens mehr zur Verbreitung im Raume

*) Vielleicht nicht Cryptophialus, dessen Larve fusslos sein soll.

**) Schon von Claparède bezweifelt, von Claus widerlegt.

***) Bei der von mir abgebildeten Platylepaslarve sitzen diese Hörner übrigens nicht eigentlich auf der Stirne, sondern eher im Nacken, dorsal von der Wurzel der einästigen Antennen, als dienten sie diesen eventuell zur Stütze. Auch haben sie später in der Mitte wie eine Gliederung.

ausnutzen, welche dem sessilen Körper der Erwachsenen gänzlich verwehrt ist. Dieser mehr natatorische, pelagische Charakter wird gegeben durch grössere Streckung, einen nach hinten ausgezogenen Fortsatz des Rückens und meistens unter diesem eine frühzeitige Vertretung eines gespaltenen Schwanztheils.

Fig. 114.



Larve einer balaninen Cirripedie, Platylepas Darwinii mihi, aus der Sundastrasse, auf Seeschlangen schmarotzend, etwa 200mal vergrössert; Naupliusstadium, aber mit Ausbildung des vierten Gliedmaassenpaares.

a. Medianes Auge und ein Paar seitlicher Augen. b. Sogenannte Stirnhörner. c. Antennen. d. Zweites Gliedmaassenpaar mit hakigen Borsten, zum Munde stehend. e. und f. Drittes und viertes Gliedmaassenpaar, gespaltene Ruderfüsse.

Aus diesem Stande gehen in Häutung Thorax und Abdomen hervor, erst zwar beweglich, aber noch der Gliedmaassen entbehrend, dann sechs Paar zweiästiger Füsse ausbildend und ein Miniaturschwänzchen abgliedernd, dem Abdomen der Copepoden entsprechend und wenigstens bei Lepas pectinata mit drei ganzen Segmenten und einem gespaltenen Furkalsegment mit Endborsten. Zugleich bilden die Antennen des ersten Paares an dem Basalgliede einen Saugnapf aus. An Stelle des zweiten Paares, wie Claus meint, schwindenden, nach meiner Meinung vielleicht später tasterartig zum Munde stehenden, und des dritten Gliedmaassenpaares, welches der Oberkiefer werden muss, erscheinen vor dem ersten Spaltfusspaare Mundwerkzeuge, vor der Hand mit sehr unvollkommenen lappigen und papillären Stücken, ohne Borsten oder Zähne. Die Rückenschale wird durch eine nachgiebige Mittelnaht zweiklappig, so dass sie die Thierchen ganz zu umschliessen vermag. Die Basen der Füsse und beide Aeste sind wenigstens bei der von mir beschriebenen Lepas pectinata zweigliedrig, die letzteren aussen mit härteren Borsten, innen mit Schwimmhaaren.

Die Aehnlichkeit dieser Larvenform mit Cypris beschränkt sich auf die Zweitheilung der Schale und ist gegenüber der grossen Verwandtschaft mit Copepoden, im Vergleich mit welchen man das erste Spaltfusspaar der Cirripedien den zwei Maxillarfusspaaren der Copepoden gleichwerthig stellen darf, ohne alle tiefere Bedeutung.

Indem diese Phase sich mit den Antennen vor Anker legt und die Schale schliesst, wird sie eine Art von Puppenstand, in welchem, ohne dass Nahrung aufgenommen würde, durch eine neue Häutung die letzte Vollendung erlangt wird, nach welcher das Thier weiter durch Häutungen wächst, aber ausser in Vermehrung der Fussglieder sich nicht mehr ändert.

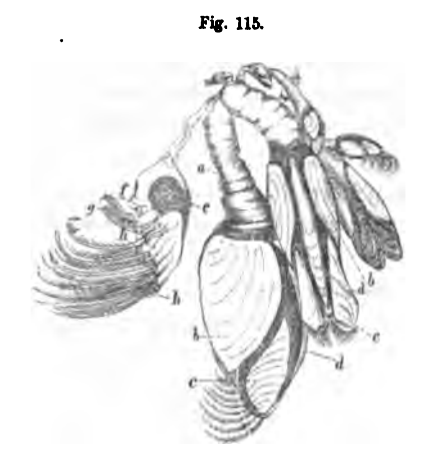
Bei den gewöhnlichen Cirripedia, den Thoracica, vermehren sich die Segmente der Aeste der Ruderfüsse allmählich bedeutend, ungleich, wie für

die Arten, so für die einzelnen Fusspaare, am stärksten an den mittleren. Sie erhalten einen einfacheren Haarbesatz, welcher bei Gesammtbewegung der trichterförmig sich entfaltenden Füsse einen Strudel zum Munde erzeugt. Letzterem sind die kürzesten vorderen Füsse ausdrücklich zugetheilt, von den anderen entfernt. Statt des Schwänzchens zeigt sich, indem fast alle Cirripedien hermaphroditisch sind, ein allmählich zu bedeutender Länge wachsendes Begattungsrohr. Dieses ist aber nicht in Umwandlung des Schwänzchens aus ihm, sondern ventral an dessen Basis und unter Verkümmerung desselben entstanden und der After liegt dorsal von seiner Wurzel. Es entspricht also eher einem Paare zum Rohre zusammengelegter Gliedmaassen, wie ein Rüsselrohr der Musciden. Die Mundwerkzeuge zeigen jetzt bei Lepas neben einer Oberlippenklappe mit einem Bogen feiner Zähnchen ein Paar dreigliedriger Taster, welche, weder mit Oberkiefer noch mit Unterkiefer verbunden, vielleicht aus dem zweiten Gliedmaassenpaar des Embryo herrühren und den zweiten Antennen entsprechen möchten. Es folgen gezähnte und borstige Oberkiefer- und Unterkieferladen auf Basalstücken, aber ohne Taster, falls man nicht ungegliederte Fortsätze als solche ansehen will. Den Mund begränzt eine Unterlippe mit querem Mittelstück, einer davor liegenden Zungenfalte und einem Paar muschelförmig gebogener Seitenlappen. Die Anheftung durch die Näpfe der in der Entwicklung hiernach stillstehenden Antennen wird unterstützt und allmählich ganz ersetzt durch die Absonderung der von Darwin entdeckten Kittdrüse, deren Ausführungsgänge an der Antennenscheibe münden. Die Stelle, an welcher die Haftantennen zwischen den Schalenklappen durchtreten, zieht sich bei den Lepaden zu einem Stiele aus und dieser nimmt, wie ein Bruchsack, einen Theil der Eingeweide in sich auf. So kann im weiteren Wachsen der von Schalen umhüllte Leib einer Lepade auf einem dicken und den übrigen Körper, welchem man den unpassenden Namen Capitulum gegeben hat, zehnmal und mehr an Länge übertreffenden nackten Pedunculus schwanken. Junge Brut heftet sich wohl an den Stiel der Mutter und äfft in Ausziehung der eigenen Stiele eine Colonie zusammengewachsener nach, während es doch sich nur um eine ganz äusserliche Vergesellschaftung handelt, ein Zusammenhalten ohne direkte Beziehung zur Ernährung.

Die letzte Veränderung, welche in der Schlussmetamorphose bei Lepas vorgeht, ist der Ersatz der zweiklappigen durch eine fünftheilige Schale. Die Bildung dieser geschieht unter dem Schutze der zweitheiligen auf dem Mantel, welcher diese trug, und sich immer freier vom Körper abhebt. Sie beginnt mit zwei paarigen dreieckigen Stücken von der Höhe des Mundes an rückwärts am Bauchrande, gewissermaassen am ersten fusstragenden Segmente, den Scuta. Es folgen rasch die ebenfalls paarigen Terga weiter rückwärts und die die Rückenmittellinie deckende Carina. Von den Augen sind jetzt nur noch Ueberreste zu sehen, welche endlich verschwinden.

Innerhalb der Lepadiden finden sich an den Erwachsenen Modifikationen dahin, dass mehr Mantelschalstücke ausgebildet sind, namentlich bei Pollicipes 18, bei Scalpellum bis 15, oder weniger, bei Ibla 4, bei Lithotrya 3, oder auch sehr ungenügende, bei Alepas und Conchoderma, und endlich gar keine bei Anelasma*) und Alcippe, welche in Haifischhaut und Schneckenschalen leben.

Fig. 115.



Eine Gruppe von erwachsenen Entenmuschelkrebsen, Lepas anatifera Linné von Treibholz aus dem atlantischen Ozean in natürlicher Grösse.
a. Stiel. b. Skutalplatte der Schale (Mantelabscheidung). c. Tergalplatte. d. Carinalplatte. e. Eiersack eines von Mantel und Schale befreiten Thiers. f. Mundkegel. g. Das erste mehr zum Munde stehende Fusspaar. h. Das Begattungsglied.

Die Mundwerkzeuge sind nach dem, was ich für Lepas pectinata beschrieben habe und dem, was ich bei einer auf Hydrophis pelamidoides einer Seeschlange der Sundastrasse, schmarotzenden Balanide, einer neuen asymmetrischen Art der Gattung Platylepas, welche ich Platylepas Darwinii nenne, finde, in den beiden grossen Familien sehr ähnlich. Ich finde auch hier eine gezähnte Oberlippe, gezähnten Oberkiefer, mehr beborsteten Unterkiefer und die Theile des zweiten Unterkieferpaares als in zwei Lappen gespaltene Unterlippe. Die neben der Oberlippe eingelenkten Taster, welche vielleicht auf zweite Antennen zurückzuführen sind und bei Lepas drei Glieder haben, sind bei Platylepas eingliedrig und mit einer Einfassung von Borsten umsäumt. Bei Alcippe sollen diese sogenannten Taster ganz verkümmern, wie denn auch sonstige Beschränkungen eintreten können. Der ganze Mundkegel wendet sich gegen den Trichter der Rankenfüsse und nimmt aus dem, was dieser anzog, seinen Antheil in Empfang.

Fig. 116.



Mundtheile von Platylepas Darwinii mihi, etwa 20mal vergrössert.
a. Apodeme der Oberkiefer. b. Oberlippe. c. Eingliedrige Taster. d. Oberkiefer. e. Unterkiefer. f. Unterlippe oder zweiter Unterkiefer. g. Erstes Fusspaar.

Wie bei Alcippe die zum Mund stehenden Füsse nur kurze ungegliederte Aeste besitzen, so gehen die drei folgenden Paare ganz ein und die zwei letzten haben nur drei

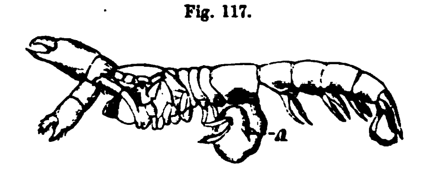
*) Lovèn will bei Anelasma Kalktheilchen gefunden haben.

gliedrige Aeste auf ungegliederten Basen. Bei Cryptophialus tragen nur die drei letzten Segmente Spaltfüsse mit gut gegliederten Aesten oder Ranken. Darwin hält jedoch diese Segmente nicht für thorakale, welche ihm vorher fusslos vertreten scheinen, sondern für die drei abdominalen des Cyprisstadium, was schwer zu glauben ist. Er hat deshalb auf diese auch in Schneckenschalen bohrende Gattung die besondere Ordnung, Claus die Unterordnung der Abdominalia begründet.

Modifikationen des Stiels der Lepadiden, welcher dicker werden, die Abgränzung gegen den Rumpf verlieren, sich mit haarähnlichen Absonderungen von Substanzen aus der Gruppe des Chitins oder Conchyliolins oder mit mehr kalkhaltigen Schuppen und Platten bekleiden kann, charakterisiren die Unterfamilie der Pollicipedinen und bahnen die Familie der Balaniden an, bei welchen Stiel und Rumpfumhüllung durch den Mantel einen gemeinsamen Cylinder oder Kegel darstellen, in dessen Wand meist sechs oder acht Kalkschalen fest aneinander genahtet, selten verwachsen oder verkümmert erscheinen und dessen oberes Ende umstellt ist von, den Scuta und Terga der Lepadiden entsprechend den Mantelsaum bekleidenden, die Schalenhöhle schliessenden Deckelstücken.

Statt der Borsten, welche am Stiele der Pollicipedinen möglich waren und welchen immer einige Entwicklung der weichen Haut zu Grunde liegen muss, hat Anelasma verästelte Fasern von bis zu einigen Linien Länge, einen, wie Darwin sagt: Pedunculus fimbriatus. Wir erinneren uns, dass auch Copepoden das parasitische Anhaften durch Auswüchse zu unterstützen vermochten, welche bei Lernaeocera in den Kiemen der Fische durch ihre Verästelungen im Voranwachsen immer fester Wurzel fassen und noch in ihnen sitzen, wenn der Leib der Lernäe längst abgestorben ist, so wie das die Rüssel der Zecken in der Haut von Füchsen und Hunden thun. So stellte Darwin Anelasma neben Ibla.

Fig. 117.



Parthenopea subterranea Kossmann, ein Rhizocephalenkrebs, schmarotzend an der Schwanzwurzel von Callianassa subterranea Montague hängend, aus Neapel, in natürlicher Grösse.
a. Die Mantelöffnung des Schmarotzers.

Die Rhizocephalen oder Rhizopedunculata Kossmann schliessen sich dem dicht an. Mit Naupliuslarven beginnend, welche wie die der Thoracica einen gegabelten Schwanz, sowie die drei bekannten Gliedmaassen und meist Stirnhörner, nach Müller auch ein Rückenschild haben, setzen sie sich in der Cyprisform an, treiben ihren Stiel vor und lösen ihn in Fäden, welche zarthäutig in die Bauchwand und die Eingeweide von Dekapodenkrebsen einwachsen und in Diosmose von Aussen die Ernährung übernehmen. Ein Mund, bei den Larven, durch das Rostrum angedeutet, vielleicht gar nicht benutzt, fehlt später nach den Untersuchungen

von Kossmann gänzlich; das für ihn Gehaltene ist die Oeffnung der Mantelhöhle, welche nur noch als Brutraum für die Eier dient. Der Körper und Mantel passen sich in wunderlichen weichen, manchmal asymmetrischen, lappigen Gestalten der Sacculina, des Peltogaster, der Parthenopea und anderer der Stelle, an welcher diese, selbst Krebse, als Parasiten an Krebsen sitzen, bestens an.

Wir müssen endlich noch auf eine Gruppe von Arthropoden eintreten, welche Pycnogoniden oder Pygnogoniden genannt werden. Nach vorausgegangenen älteren Beschreibungen und Abbildungen hatte der berühmte Däne Otto Friedrich Müller das schlankfüssige Pycnogonum grossipes, Gattung Nymphon Leach, und das dickfüssige Pycnogonum littorale, dessen geschwollene Fussglieder diesen Gattungsnamen bedingten, neben Krebsen dargestellt. Gegenüber einigen Vergleichen mit spinnenartigen Thieren befestigte Milne Edwards 1840 diese, übrigens z. B. auch von Oken als Walzenasseln, wenn auch nicht ohne Bedenken gegebene Zutheilung, unter dem Titel der Araneiformes. Der Rumpf dieser und weniger weiterer Gattungen zeigt sechs Abtheilungen; einen Kopf als Träger der Mundwerkzeuge, vier thorakale Ringe und ein meist winzig höckerförmiges, zuweilen deutlicher cylindrisch vorstehendes, durch Borstenbesetzung und hintere Kerbung mehr ausgezeichnetes Abdomen. Weil vier gleichartige Fusspaare vorhanden sind, die zwei vor diesen stehenden sich ganz bequem den Maxillartastern und Scheerenfühlern der Arachnoiden vergleichen lassen, die Augen auf dem diese Gliedmaassen und zugleich den sogenannten Rüssel tragenden Abschnitte sitzen und Antennen fehlen, sind Motive genug dazu da, diese auf dem Meeressande und an Algen wohnenden Thiere der Klasse der Spinnenthiere zuzutheilen, und die Gliederung des thorakalen Abschnittes würde darin nicht stören dürfen. Hauptsächlich ist aber einzuwenden, dass die sogenannten Scheerenkiefer, welche auch verkümmern können, gänzlich hinter und unter dem zuweilen kolossalen, tonnenförmigen Rüssel liegen, dass also in diesem die etwaigen eigentlichen Mundwerkzeuge und in den dahinterliegenden Theilen etwa noch Kaufüsse oder doch höchstens Maxillen und Lippentaster, oder aber Schreitfüsse zu suchen sind. Was innerhalb dieses Rüssels von Mundwerkzeugen vertreten sei, ist bisher nicht erörtert. Hinter ihm folgt gewöhnlich ein Scheerenfuss, welcher, wie gesagt, verkümmern, aber auch tasterartig sein kann, dann ein in der Regel tasterförmiger, welcher gleichfalls verkümmern und ebenfalls eine Scheere bilden kann. Dann schiebt sich bei den Weibchen, zum Theil auch bei den Männchen ein Geschlechtsfuss ein, welcher in der Regel klauenlos ist, aber auch Klauen besitzen kann und beim Weibe die Eier trägt. Jetzt erst folgen die vier eigentlichen Fusspaare, gleichartig entweder mit einer grossen Kralle endend oder neben dieser noch mit zwei Nebenkrallen bewaffnet. Wir zählen also hinter dem Munde sieben Gliedmaassenpaare und kommen

so in der Zahl ebenso gut auf die Edriophthalmen, namentlich die Lämodipoden heraus, welche überdies durch Anwachsung eines thorakalen Ringes an den Kopf, Gleichgültigkeit gegen spezielles Verhalten und Verkümmern der Glieder, Verkümmerung des Abdomen Anknüpfungspunkte für das, was hier weiter in Verkümmerung des Kopfes geleistet ist, bieten. Da wir auf systematische Schärfe aus guten Gründen keinen äussersten Werth legen, so mögen diese Erklärungen genügen.

Was weiter die Verdauungswerkzeuge und die Vorgänge der Verdauung bei den Krebsen betrifft, so steigt im Allgemeinen das Speiserohr von dem zwischen den verschiedenen ihm dienenden Kiefern, Lippen und Kaufüssen liegenden Munde erst gegen den Rücken und meist eher etwas gegen vorn hin auf, um dann in den unter einem rechten oder gar spitzen Winkel nach rückwärts umbiegenden Magen zu münden. Von dort verläuft der Darm ganz grade oder doch sehr wenig gegen Bauch und Rücken, z. B. bei den Cladoceren, besonders den pflanzenfressenden, sich Sförmig krümmend, zum After. Die Chitinbekleidung dringt vom Munde aus ein. Sie kann bei den Malakostraken dem Magen stützende Gestelle, Haare, Borsten, Reihen feiner Zähne, Kämme, grobe Platten und Aehnliches gewähren, wie dem Kaumagen von Orthopteren und Coleopteren, und wird in solchen Fällen bei den Häutungen sammt augenblicklichem Inhalt des Magens mit abgeworfen. Kräftige oesophageale Muskulatur befördert die Speise in den Magen, und den Mageneingang, die Cardia, umstehende Höckerchen hindern den Rücktritt. Bei den niedrigeren vereinfachen sich diese Verhältnisse, aber die Muskulatur bleibt energisch. An Magen und Darm rhythmisch thätig, vermag sie nicht allein den Inhalt des Verdauungskanals, sondern auch den der umgebenden Leibeshöhle, das Blut, in Bewegung zu setzen, so statt des Herzens arbeitend, dessen Gegenwart oder Mangel dabei für die Systematik nicht sehr bedeutend zu sein scheint. Der vordere Theil des Magens ist bei den höheren Krebsen mehr weich, die Magenmuskeln bekommen einen Anhalt durch die Fortsätze der Rückendecke, an welcher die Magengegend häufig auch äusserlich sich abzeichnet. Die unter dem Namen der Krebsaugen bekannten Kalkkonkretionen im Magen des Flusskrebses entstehen vor der Schalenmauser unter der Chitinbekleidung in Seitentaschen und gehören in die Klasse von kalkigen Ansammlungen, welche sich auch sonst unter der Chitindecke anhäufen, wie ich bei Phronima zeigen konnte, und deren exkretionelle Bedeutung wohl sicherer ist als eine weitere physiologische Verwendung.

Speicheldrüsen sind, mit Ausnahme der von Leydig gezeichneten Giftdrüsen am Mundstachel des Argulus, nicht einmal bei den schmarotzenden, bei welchen man wohl auch sonst eine reizende Mundhöhlenabsonderung erwarten könnte, mit Sicherheit nachgewiesen; doch finden sich bei verschiedenen Gruppen niederer Krebse, nicht nur bei jenem Argulus, sondern auch

bei Cladoceren und anderen Phyllopoden unter der Oberlippe Gruppen eigenthümlicher heller Zellen und bei dem Copepoden Copilia setzen solche einen mehrfach gelappten Körper vor dem Gehirne zusammen.

Die Leistung des Magens und des folgenden eingeengten Darmtheils wird dagegen sehr gewöhnlich dadurch erhöht, dass diese Organe in blinden Anhängen erweitert und dann gerne an solchen durch besondere Organisation in gleicher Weise besonderer Funktion fähig werden, wie wir das bei den Arachnoiden kennen lernten. So verlängert sich bei verschiedenen Copepoden der Magen vorne als medianer Blindsack gegen die Antennen. bildet von diesem aus Nebensäckchen, welche in die Antennenbasen eintreten können, treibt weiter bei den breiten Saphirinen vier Paar mehrfach getheilter seitlicher Taschen, tritt bei Pycnogoniden mit solchen wie bei Milben in die Wurzeln der Beine und selbst bis gegen deren Spitze hin und bildet endlich bei Argulus Verästelungen, welche ganz denen der dendrozoelen Strudelwürmer und mancher Trematoden gleichen und wohl beim Saugen von Blut durch ihre Muskulatur in Betracht kommen. Dergleichen Anhänge können das gewöhnliche grosszellige Epithel zu besonderer Entwicklung bringen und werden schon bei gewissen Cladoceren, Hedessa, zu den ganzen Kopfhelm füllenden Drüsen, während sie in dieser Gruppe der Gattung Limnadia ganz fehlen.

Aus solchen Elementen gehen die mächtigen Organe hervor, welche man bei höheren Krebsen als Leber bezeichnet und welche der Leber höherer Thiere jedenfalls morphologisch entsprechen, wenn auch die genauere Leistung, die chemische Qualität der Absonderung, nicht hinlänglich bekannt ist, um die physiologische Uebereinstimmung zu sichern, es vielmehr gar nicht unwahrscheinlich ist, dass die Leistung nicht allein bei den Verschiedenen, sondern auch in den verschiedenen Abschnitten der Einzelnen ungleich sei. Man hat den Titel der Leber übrigens auch für die zwei blinden Anhänge der Daphniden benützt.

Der Theil des Verdauungsrohrs, in welchen die Ausführungsgänge solcher mehr oder weniger gelappten Drüsen, oft quastförmig mit röhrigen Zweigen, münden, wird entweder als Duodenum oder als Magendarm bezeichnet, wo dann der mit Hartgebilden ausgerüstete Theil Vormagen heisst, obwohl auch in diesem erweiterten Abschnitt ein hinterer Theil, Chylusmagen, sich absetzen kann. Die Lappen ziehen wie neben dem Magen nach vorn, so nach hinten ins Abdomen, in welchem sie bei den Paguriden mit engem Thorax hauptsächlich Platz finden. Bei den Dekapoden vereinigen sich die Lebergänge jederseits zu einem einfachen Stamm; bei Bopyrus sollen sie in jedem Segmente gesondert münden. Bei den gewöhnlichen Asseln sind die Lebern in zwei Paare, bei den Lygien in drei, bei den Mysis in vier, bei den Squilliden in zehn Paare geordnet, so dass man die ursprünglichen

segmentalen, in Cephalothoraxbildung und Schwanzumwandlung mehr verschwindenden Beziehungen wohl zu erkennen vermag.

Es ist endlich wahrscheinlich, dass, wenigstens bei Copepoden die Epithelzellen des unteren Darmabschnittes in Ablösung eine der Harnabscheidung vergleichbare Befreiung des Körpers von Auswurfstoffen übernehmen. Die Häutung, indem sie zugleich Abspülung der unter der Chitinhaut abgelagerten Konkretionen erlaubt, die Umspülung des weichen frisch gehäuteten Leibes und besonderer zarter Gebilde, der Kiemen, mit Wasser, wird ja im Allgemeinen den Körper von solchen löslichen Ausscheidungsprodukten an der Oberfläche befreien, so dass der Entwicklung von besonderen Harnorganen aus der Darmwand keine grosse Aufgabe zufällt. Dass aber bei Modifikation jener Umstände auch aus Darmanhängen Harngefässe werden können, scheinen die Untersuchungen von Zenker und von Sars an Asseln schon zu beweisen und ist eine Erweiterung unserer Kenntnisse in dieser Beziehung zu hoffen. Der Mastdarm mündet bei den höheren Krebsen unter dem letzten Segmente, dem Mittelstück der eventuellen Schwanzflosse, bei den Copepoden im Ausschnitt der Furcula. Wenn man diese Lage als überhaupt maassgebend ansieht, so würde die am Rücken des Postabdomen der Daphniaden, bei welchen der After selbst an die Wurzel dieses Theils geschoben werden kann, diesen ganzen mit Haken endenden, aber keine Füsse tragenden Theil als aus Verschmelzung ventraler Anhänge entstanden, nicht eigentliche Segmente enthaltend anzeigen, in gleicher Beziehung, wie die Lage bei den Cirripedien dorsal vom Penis, welche den After und seine Exkretionen ausserhalb des Strudelkreises der dem Munde Nahrung zuführenden Fadenfüsse stellt.

Unter den Rhizopedunkulaten würde nach Kossmann nur Sacculina hians vielleicht erwachsen noch einen Mund besitzen, im Uebrigen es fraglich sein, ob überhaupt auch in den Larven ein Mund vorhanden sei und nicht dieselben vielmehr die Ausgaben während ihrer kurzen Metamorphosenreihe gänzlich mit dem aus dem verhältnissmässig grossen Ei zunächst nach erübrigenden Dotterreste bestreiten. Nach dem Festsetzen geschieht dann alle Ernährung, indem durch die feinen Häute des in die Organe des Wohnthiers eingesenkten Wurzelsystems Nährstoffe in die Lakunen des Rumpfes übertreten.

Die meisten Krebse sind in Betreff ihrer Ernährung Schmutzfresser; sie gehören zur Reinlichkeitspolizei der Natur; sie wandeln todte organische Substanz in lebende. Einige erheben sich zur Eigenschaft lebhafter Räuber, besonders die Squilliden. Unser Flusskrebs, welchen man mit Fleischabfällen zu mästen vermag und welcher die Nähe der Kloaken liebt, greift Würmer, Schnecken, Tritonen, Frösche, Fische lebhaft an, sie verstümmelnd oder ganz fressend und ist in Aquarien ein böser Gast. Nicht wenige, aus den höheren die Fischläuse, Cymothoaden und Epicariden, wie aus den

niederen besonders die suktorischen Copepoden werden Parasiten, erst halb. sich zu anderen Thieren zuhaltend, dann ganz, von Blut und Schleim ihrer Opfer lebend, Löcher in sie hineinfressend, oder sich mehr oder weniger in deren Höhlen, so Fischläuse gerne im Munde, jene Copepoden an den Kiemen der Fische ansiedelnd und sich endlich zum Theil dauernd in deren Geweben, oder in den versteckten Schleimkanälen vor Anker legend. Auch für die thoracischen Cirripedien, welche zunächst nur für den Wohnsitz sessil sind und ebensowohl auf einem Steine und einem Schiffsboden oder einer treibenden Flasche und Sepienschale als auf lebendigen Wesen, einer Schildkröte, einem Wale, einer Seeschlange, oder auch in einem Schwamme, einer Koralle leben können und für die Ernährung auf diese Thiere überhaupt nicht angewiesen sind, sondern aus der Umgebung sich ihre Opfer zustrudeln, wie z. B. Lepas grosse Mengen junger Muscheln, kann unter Umständen solcher Wohnsitz auch für die Ernährung aus Abfällen nützlich sein. Von den Birguskrebsen erzählt man, dass sie auf den Koralleninseln auf die Bäume steigen, um Insekten zu fangen, Landasseln und Landkrabben gehen nächtlich auf Raub gleich Skorpionen, Mygaliden, Tausendfüssen und vielen Käfern. Unter den Wasserasseln zernagen die Limnorien das Pfahlwerk gleich den Termiten auf dem Lande in einem Grade, welcher wahrscheinlich macht, dass es sich um die Ernährung, nicht blos um Herstellung der Wohnung handle. Auch unter den Phyllopoden treten entschiedene Pflanzenfresser auf und im Magen frei lebender Copepoden begegnet man häufig mikroskopischen Pflanzen.

Bei den niederen Krebsen findet man in der Umgebung des Darms wie bei den Insekten eine Umgestaltung der bindegewebigen Umhüllung zu einem sogenannten Fettkörper, in welchem auch harnähnliche Umbildung stattfinden zu können scheint.

Wir wenden uns zu den Malakozoen.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde, nachdem Marsigli an verschiedenen, wie Pflanzen aufgewachsenen Wesen, Blumenkelche entdeckt und Peyssonel deren thierische Natur nachgewiesen hatte, Alles, was die Blumengestalt und die Vermehrung in Knospung und Theilung zeigte, unter dem der vielarmigen Hydra, statt bei den Alten den Tintenfischen, gegebenen Namen von Polypen zusammengefasst. Es ergaben sich bald nicht unbedeutende Verschiedenheiten zwischen solchen Polypen, sei es in Anwesenheit und Gestalt der den Namen gebenden Arme, sei es in Gehäusebildung, sei es in der Zusammenwachsung zu Colonieen, sei es in im ersten Augenblicke weniger auffälligen Charakteren. Es fanden sich unter ihnen ausser dem berühmten des süssen Wassers, dem grünen Armpolypen des Trembley, der Hydra, und den Korallenthieren, welche noch jetzt diesen Namen führen, weiter Federbuschpolypen Trembleys und Blumenpolypen Schäffers, welch letztere sessile Rotiferen sind und w.

Hydra schon von Leeuwenhoek gesehen waren, sowie Vorticellen aus den Infusorien. Von den Federbuschpolypen, Polypes à panaches, unseren heutigen Bryozoen, hatte bereits Trembley 1744 eine sehr gute Vorstellung. Er beobachtete und zeichnete gut den Schlund, Magen, rückläufigen Darm und After von Plumatella und sah dieselbe Koth auswerfen; transportirte auch die trockenen Eier und säete solche aus. Needham verglich diese Thierchen den Bernacles, das ist den cirripedischen Krebsen. Im Ganzen aber wussten die Späteren eben so wenig als Trembley und Schäffer die kritischen Punkte hervorzuheben, vielleicht mehr, weil die eigentlichen Polypen zu wenig bekannt waren. Die Thiere blieben somit bei den Polypen und waren namentlich von den Hydroiden schlecht gesondert.

Erst nachdem 1827 durch Raspail Alcyonella genauer untersucht und 1826 durch Grant sowie 1828 durch Milne Edwards und Audouin die Aehnlichkeit der in kleinen Zellen in sogenannten Seerinden verborgenen Flustren mit den Federbuschpolypen und den Aszidien hervorgehoben war und es nun anging, die Verbindung zwischen diesen und jenen in die zusammengesetzten Aszidien, als welche Savigny 1816 die zweimündigen Polypen mit fleischigen Zellen der Aelteren erkannt hatte, zu legen, konnte 1833 Ehrenberg den entscheidenden Schritt thun, die Federbuschpolypen des süssen und salzigen Wassers als Bryozoa*) von allen Polypen zu trennen und Milne Edwards, sie als besondere Klasse mit den Acephala nuda zu den Molluskoiden zu verbinden. Wir halten allerdings diese letztere Zutheilung nicht für so absolut die beste, dass nicht für andere Stellung gute Gründe beigebracht werden könnten. Der einzige entscheidende Standpunkt kann dabei nur durch den Vortheil für die Beschreibung gegeben werden und diese scheint uns sich am geeignetsten mit der der Mollusken zu verbinden. Die Verbindung der Bryozoen mit den Muscheln durch Vermittlung der Aszidien ist hauptsächlich gegeben durch die besondere Art der Kombination der Organe der Ernährung und Athmung und ergiebt sich bequemer in Beschreibung von Oben herunter. Die Muschelähnlichkeit der Membraniporenlarve Cyphonautes wäre allerdings nach dem Entdecker dieser merkwürdigen Entwicklungsgeschichte, Schneider, nur eine äusserliche. Die systematische Abtrennung von den Polypen wurde vervollständigt durch die Bildung der Klasse der Coelenterata durch Leuckart.

Nachdem die älteren anatomischen Untersuchungen und Begriffsstellungen 1856 mit der Monographie der Süsswasserbryozoen von Allman abgeschlossen hatten, hat neuerdings Nitzsche Kenntniss und Verständniss wesentlich zu fördern verstanden.

---

*) Der in England beliebte Name Polyzoa wurde von Thompson 1830 nur einer Gattung gegeben und hat deshalb als Klassenname keine Priorität.

Die Bryozoen sind selten vereinzelt, Loxosoma, wenn dieses überhaupt hierher gehört, selten frei beweglich, Cristatella, selten in Muschelschalen bohrend, Terebripora und Spathipora. In weitaus den meisten Fällen bedecken sie in zusammengewachsenen Kolonieen fremde, im Wasser liegende oder wachsende, seltener treibende Gegenstände, wie ich eine schöne kleine Kolonie von Fredericella sultana auf einem im Neckar schwimmenden Besen fand. Sie sind viel reichlicher und mannigfaltiger im Salzwasser, aber die des Süsswassers sind grösser. Nur bei den marinen können die Zellen kalkig sein.

Die Anwachsung kann auf einer knappen Basis geschehen oder auf breiter Fläche. Von der Anwachsstelle aus kann sich die Kolonie erheben und die weiteren Mitglieder derselben sind dann nur mit den älteren durch Verwachsung verbunden, nicht mit der Grundlage, oder es kann jede Zelle am Fremdkörper ankleben. Dabei können die einzelnen Zellen in verschiedenster Anordnung unter einander ausgedehnt verwachsen, oder einander nur wenig berühren, mehr frei stehen. Indem zu der Verschiedenheit der Kolonieenzusammensetzung und Anwachsung die der Gestalt der Einzelthiere kommt, bald eckig, dosenartig, bald helmförmig oder hornförmig, bald röhrig und fast fadig sich erhebend, und die der Substanz der Zelle, von gelatinöser durch elastisch biegsame, hornartig chitinige zu durch Kalkeinlagerung bimsteinähnlicher Beschaffenheit, werden schon äusserlich die Bryozoen sehr ungleich. Sie besitzen desgleichen nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten in der weiteren Organisation.

Allen Bryozoen ist ein den Mund umstehender Tentakelkranz gemeinsam. Dieser wurde früher dem der Coelenteraten gleichgestellt, jetzt wird er, sei es als eine Entwicklung des Wimperkranzes der Vortizelleninfusorien oder der tief eingeschnittenen Radscheiben sessiler Rotiferen, sei es im Vergleich mit den Tentakelkronen der Röhrenwürmer, als eine Wurmähnlichkeit angesehen, oder aber mit dem Kiemenkorbe der Aszidien, dessen Längsbalken frei zu denken wären und den Kiemenplatten der Lamellibranchiaten, deren Balken wirklich als getrennte Papillen vorknospen, verglichen. Die Zahl der Tentakel ist bei Plumatella 60, bei Alcyonella 42—44, bewegt sich am gewöhnlichsten zwischen 12 und 20 oder wenig mehr und sinkt in einzelnen Fällen auf 10, Laguncula, oder gar 8, Vesicularia, herunter. Es sind, obwohl im Allgemeinen eine symmetrische Anordnung zu erkennen ist, welche man auf zusammengeschobene Metameren beziehen könnte, doch auch ungrade Zahlen beobachtet.

Die Tentakel sind von fadenförmiger Gestalt, ganz bedeckt mit verhältnissmässig langen Wimpern, deren zierliches Spiel man mit der Bewegung einer Reihe angefädelter Perlen verglichen hat, an der einen Seite des Tentakel hinaufsteigend, an der anderen herabrollend. Sie sind hohl und ihr Hohlraum kommunizirt durch Vermittlung eines Hohlraums des den

Mund umfassenden Ringes, des Lophophors Allman's, mit dem der Leibeshöhle, in welcher durch das auskleidende Wimperepithel und die Veränderungen der Haltung eine Blutflüssigkeit und auch geformte Elemente umhertreiben.

Die Tentakel können entweder mit ihren Wurzeln kreisförmig den Mund umstehen, während sie nach den Spitzen zu sich trichterartig ausbreiten, und die Basen sind dann durch eine gleichmässige Ausspannung verbunden, Stelmatopoda*), oder der Lophophor entwickelt sich hufeisenähnlich zweilappig, dies aber nur bei Süsswasserbryozoen, Lophopoda, den alten Federbuschpolypen. In letzterem Falle hat die Tentakelkrone keinen Ausschnitt, sondern das Becken oder Rohr, dessen Rand von ihr umschlossen wird, ist hufeisenförmig, nur sind die Tentakel an den Spitzen und der Conkavität des Hufeisens kleiner. Die Communikation des Lophophors mit der Leibeshöhle liegt dann an der Wurzel von dessen Lappen. Dieser ganze Apparat ist von der Körperwand gebildet. Die äussere Schicht, ein ektodermales Zelllager, hat, wenigstens bei Alcyonella nach Nitzsche, zwar keine Wimpern auf der Aussenseite der Tentakel, aber längs der Mittellinie paarweise stehende, starre, wohl Empfindung vermittelnde Borsten. Die Wand gegen die Trichterhöhle und an der Wurzel der Tentakel auch die Seiten tragen ein sich in die Mundhöhle fortsetzendes Wimperepithel und am Rande wieder vereinzelte Borsten. Schon im Lophophor ist die Vertretung des die eigentliche Leibeshöhle auskleidenden, hier wie dort wimpernden, Epithels schwierig zu sehen und in der Höhlung der Tentakel finden sich zu einer auskleidenden Lage von durchsichtigem homogenen Ansehen nur stellenweise Wülste, welche jedoch, trotz verschiedener Meinungen darüber, wesentlich mesodermal sind, fasrige muskulöse Elemente: die Vertretung der Rings- und Längsfaserschicht des eigentlichen Leibes und das Mittel für die höhere Beweglichkeit der einzelnen Tentakel, welche bereits die ältesten Beobachter bemerkten. Indem von der innen liegenden, vorn am stärksten vertretenen Längsfaserschicht der Leibeswand sich Bündel frei machen, selbstverständlich von Epithel, selbst wohl gewimpertem, überkleidet, nach vorn ziehen und sich dann wieder ansetzen, bewirken diese durch ihre Contraktion eine Einstülpung des vorderen Theiles des Leibesschlauchs und damit der aufsitzenden Tentakelkrone und, schon bei gewöhnlicher Spannung an der Wurzel der Tentakelkrone eine Falte herstellend, lassen sie diese als Tentakelscheide erscheinen. Solche Bündel erhalten wegen des Verlaufs von der Wand zu dieser Scheide, welche allerdings selbst Wand ist, den Namen der Parietovaginalmuskeln. Von diesen machen hintere, längere mehr die gröbe Arbeit, vordere mehr den letzten Verschluss, indem sie die nunmehrige Aussenwand an die, durch jene gespannte, Innenwand

*) Von *στέλμα* Ring.

heranziehen. Der Zurückziehung der Tentakelkrone dienen aber auch die von dem Oesophagus und Magen zur Leibeswand gespannten Muskeln wenigstens zum Theil. Für die Ausstülpung wirken je nach vorher erlangter Lage auch Längsmuskeln, vorzüglich aber die hinten am stärksten vertretenen, vortreibenden, aussen liegenden Ringsmuskeln.

Die Symmetrie der grossen retrahirenden Längsmuskeln des „Polypids", die Lage des Nervenknoten an einer Seite des Oesophagus und die des Afters geben zu überlegen, was man als Rücken- und was man als Bauchseite betrachten wolle. Das Ganglion liegt an derselben Seite des Oesophagus, an welcher das Rectum liegt und der After mündet. Das Thier hat also entweder einen eingekrümmten Bauch und ein Ventralganglion oder einen eingekrümmten Rücken und ein Dorsalganglion. Die Conkavität des Lophophors mit der geringeren Tentakelentwicklung ist auf der Seite des Nervenknotens und des Afters. Man kann diese Richtung mit Huxley ohne Präjudiz neural nennen. Gegenstellung der anderen Richtung als hämaler leidet dann allerdings an der Schwäche, dass ein Gefässsystem nicht vorhanden ist. Daraus, dass bei den Tunikaten das Herz dem Knoten entgegengesetzt zum Speiserohre liegt und dieser Knoten bei den Salpen mit zwei Sinnesorganen in Verbindung mehr Anspruch auf dorsalen Charakter hat, kann man nicht entnehmen, es sei jene gegensätzliche, eigentlich von den Wirbelthieren hergenommene Benennung hier identisch anzuwenden. Von vorn herein erscheint eine solche Deutung unbegründet; es stellt sich aber auch ein positives Bedenken entgegen daraus, dass bei den Lamellibranchiaten die Ganglienknoten mit der Entwicklung des Fusses und der Verkümmerung der Sinnesorgane ventral werden. Die Stelle und Mächtigkeit der Ganglien am Schlundring können überhaupt allein nicht für Rücken und Bauch entscheiden, da sie überall abhängen von der Entwicklung peripherischer Theile, bald für Empfindung, bald für Bewegung. Neural ist also nicht nothwendig dorsal und man darf nicht die Meinung, es sei das, dadurch hervorrufen, dass man hämal entgegensetzt, wo dieses an sich nicht besteht. Das Ganglion hat seine Hauptaufgaben am Lophophor. Die Wurzeln der zu den Tentakeln aufsteigenden Nervenstämme ziehen es halbmondförmig aus. Kann man den Lophophor eher für ventral halten, so ist auch das Nervenzentrum ventral. Im Vergleiche mit dem durch den Fuss bestimmten Verhältniss der Kiemenmuscheln würde wirklich der Lophophor eher ventral sein. Dann würden die Salpen, falls wir umgekehrt auf sie folgern wollen, auf dem Rücken schwimmen, ein ventrales Auge haben, ihren Nucleus vom Rücken herabhängen lassen, letzteres wie die Heteropodenschnecken oder an der Wasserfläche kriechende Sumpfschnecken. So lässt sich Manches für und wider sagen. Die Rückenseite ist eben nicht überall in allen den Beziehungen gleichmässig ausgedrückt, wie bei uns Wirbelthieren. Nach unserer Auffassung würde der Lophophor eigentlich

den Vorderbauch, die Einsenkung zwischen ihm und dem After den Hinterbauch bilden, der Eingeweidesack in dem aufwärts gewachsenen Rücken liegen.

Der Mund liegt im Trichtergrunde. Bei einem Theile erhebt sich über ihn an der neuralen Seite ein Zapfen oder eine Kappe, Epistom. Das fällt zusammen mit der hufeisenförmigen Gestalt des Trichters; nur sind trotz Gegenwart des Deckels die Arme des Lophophors bei Fredericella verkümmert. Im Vergleiche dieses Organs mit dem schützenden Kehldeckel der Säugethiere hat Allman die es besitzenden Bryozoen als phyllaktoläme*) bezeichnet. Der Hohlraum des Epistoms kommunizirt mit dem des Lophophors, Nitzsche glaubt einen Nerven in ihm gesehen zu haben. Nach Allman wimpert es nur auf der Unterseite und hebt und senkt sich beständig am ausgestülpten Thier, indem sein Hohlraum von, aus den vorderen parietovaginalen Muskeln abzuleitenden, Muskelbalken schräg durchsetzt wird. Wir könnten es eine Unterlippe nennen; es käme in der Lage bei Annahme des Ganglion als ventral zugleich dem Fusse der Muscheln gleich.

Der Verdauungskanal vom Munde zum After ist mit dem Hautschlauch ausser durch die frei das Coelom durchsetzenden Muskeln, die sogenannten Retraktoren des Polypids, noch durch den Funiculus verbunden, welcher denjenigen Theil des Eingeweideknäuels, in welchen der Darm nicht selbst eintritt, den Genitalapparat, unter einem Ueberzug einer Muskelhaut und eines Epithellagers enthält. Indem der After ganz dicht am Tentakelkranz liegt, muss sich der Darm scharf umbiegen. Diese Stelle, blindsackartig erweitert, erhält den Namen des Magens. An das Ende des Blindsacks tritt der Funiculus, mundwärts wird der Oesophagus, afterwärts der Mastdarm unterschieden. Der Oesophagus, anfangs zur Mundhöhle erweitert, senkt sich etwas in den Magenraum ein, das Rectum ist auch birnförmig erweitert und sein Eingang liegt nicht im Grunde des Magens, sondern mehr vorn auf einer abgesetzten Stufe. Zwischen dem äusseren, gar nicht, und dem inneren, nicht über die Mundhöhle hinaus wimpernden, Epithellager findet sich die Muskelschicht. Die innere Epithellage tritt im Magen auf Längswülsten, welche den Durchschnitt sternförmig einengen, mit längeren Zellen hervor, in deren Basen zunächst der Muskelschicht nach Nitzsche um die Kerne braunes körniges Pigment liegt und sie zu Leberzellen macht, während Allman diese eine besondere Schicht in der Tiefe bilden liess. Durch die Umhüllungen gut genährter Bryozoen sieht man stets diesen Magenbeleg, aber beim Fasten schwindet die Färbung. Das Sekret der Magenwände umhüllt schleimartig die Speise. Vakuolen unter dem Epithel

*) φυλάσσω wache; λαιμός Kehle.

erscheinen an Oesophagus und Rectum und mögen die gröbere Diosmose der Verdauungsprodukte oder des Wasserinhalts des Magens andeuten.

Von den Hüllen der Bryozoen und den dabei wichtigen, sowie den übrigen Verhältnissen der Organisation wird später zu reden sein, aber ein Theil von dem, was bei ihnen aus Polymorphie entsteht, gehört noch hierher.

Fig. 118.



Kolonie von Bugula avicularia Pallas aus Helgoland, etwa 20mal vergrössert.
a. Vogelköpfe, Avikularien.

Dieses sind die Vogelköpfe oder Avikularien und die Wedelzellen, Vibrakularien. Nach dem, was ich selbst von Bryozoen gesehen habe, möchte ich beide Gebilde für die Beschreibung in Verbindung bringen mit den Stacheln, mit welchen die Zellen von Flustra und Anderen so gewöhnlich besetzt sind. In alle diese dringen die Weichtheile ein. Die Stacheln können an der Wurzel weniger von den erhärteten oder hornigen Sekreten inkrustirt, dadurch dort nachgiebiger sein; sie können in einer etwas löffelförmigen Gestalt auftreten, ganz vergleichbar dem, was wir alsbald als Unterschnäbel der Avikularien kennen lernen werden; sie können an der Spitze offen sein, dem Seewasser die Berührung mit der thierischen Substanz auch ausserhalb der Tentakelkrone gestattend. Neben Solchem überall noch als Stachelbesatz auftretenden findet man zweigliedrige Anhänge. Schon ihr erstes Glied ist gegen die Büchse, in welcher das Bryozoon steckt, beweglich. Bei der den Namen der Vogelköpfe bedingenden Form ist es erst halbkuglig aufgetrieben, dann eingeengt und an der Spitze hakig umgebogen. An der nicht gewölbten Fläche sitzt ihm in der Mitte das zweite auf, erst gestreckt und in diesem Theil gerinnt, dann hakig umgebogen, so lang, dass die Spitze grade der des ersten Theils begegnet, härter und schärfer als diese. Aus dem Grunde der Halbkugelwölbung des ersten Gliedes laufen Muskelfasern radiär zusammen gegen ein Apodem, welches sich aus der Mittellinie der Rinne des zweiten Gliedes an dessen Basis erhebt, bei einer mir vorliegenden Bugula in einer Ebene über dreissig Fasern neben einander, ohne dass eine weitere Hautumhüllung an denselben erheblich auffiele. Diese zweigliedrigen Anhänge ahmen im Ganzen sehr hübsch einen Vogelkopf mit Unterschnabel und Schläfenmuskulatur nach. Sie bewegen sich mit dem Grundgliede hin und her, während der Schnabel fest zugreifen kann. Einige nehmen an, dass von ihnen gefasste Thierchen, in Fäulniss gerathend, andere anlocken, welche dann den benachbarten Tentakelkronen zum Raube fallen, andere, dass sie die Kolonie von Schmutz reinigen gleich den Pedi-

zellarien der Echinodermen. Sie mit den Stacheln zu vergleichen, veranlassen namentlich solche Fälle, in welchen bei gänzlichem Fehlen des kopfähnlichen Grundgliedes das zweite deutlich in der beschriebenen Gestalt vertreten ist, ohne doch die erst gedachte Funktion üben zu können. In anderen Fällen ist das Grundglied angewachsen, einer Zelle ähnlich, das zweite ahmt dann den Deckel der Chilostomata nach, welcher die Zellöffnung beim Zurückziehen des Polypiden schliesst, ein abgegliederter Theil der Absonderung des Hautschlauchs auf der Rückenseite ist, der Rückenschale der Brachiopoden verglichen werden kann und nicht mit dem Epistom, welches ebenfalls Deckel heisst, verwechselt werden darf.

Diese Fälle, so bei Scrupocellaria, sind besonders dazu angethan, die Vogelköpfe so verstehen zu lassen, als entsprächen sie ganzen, nur verkümmerten Gliedern der Kolonie. Dass das aber nicht ausschliesst, sie auf der anderen Seite als Stücke zu betrachten, welche einzelnen vollkommenen Gliedern zugetheilt sind, dafür haben wir aus den allgemeinen Betrachtungen eine hinlängliche Richtschnur. Es verhält sich ähnlich mit den besonderen Ovicellulae, den Stielgliedern und den Wurzelausläufern der Bryozoen. Die Vibracula, Wedelorgane, bleiben im Ganzen auf der Stufe von an der Wurzel abgegliederten Borsten, sind seltener gezähnt, gespalten, spiralig. Die sie tragenden Zellen verkümmern dann für die übrigen Eigenschaften. Man hat auch für sie angenommen, dass sie die Beute zu umstricken vermöchten.

Dass die Federbuschpolypen sich von kleinen Wasserthieren nähren, welche, in den Strudel der Tentakel gezogen, durch Einkrümmung eines oder mehrerer Arme am Entrinnen gehindert, in den Mund schlüpfen und verschlungen werden, sowie die periodische Entleerung der bräunlichen Exkremente beschrieb schon T r e m b l e y. R ö s e l verfiel in den Irrthum, die Fortpflanzungsprodukte, Statoblasten, wegen ihrer Gestalt für gefressenen Wasserlinsensamen anzusehen und gab die Thierchen deshalb für pflanzenfressend aus. Bei Alcyonella nimmt die Verdauung eines Gegenstandes 2—3 Stunden in Anspruch. Man hat die Avikularien kleine Würmer mehrere Tage festhalten sehen.

Die sackartigen Aszidien, welche als Tethyen bereits das Interesse des A r i s t o t e l e s erregt hatten, waren bei Aufstellung der Zoophyten mit Thieren, welche ihnen wenig verwandt waren, zusammengekommen. Nachdem F o r s k å l auf seiner Reise in den Orient neben anderen pelagischen Formen des Mittelmeers auch Salpen beschrieben hatte und während P e r o n und L e s u e u r das leuchtende Pyrosoma beobachteten, fand C u v i e r die Aszidien nach ihrer Anatomie den Mollusken zugehörig, aber L a m a r c k bildete für die genannten Formen eine besondere Klasse, die Tuniciers, Mantelthiere, T u n i c a t a, zwischen Holothurien und Würmern. Diese

Benennung ist in Geltung geblieben. P. J. van Beneden*) verglich 1846 die Aszidien einem Bryozoon, dessen Tentakelkranz durch eine Verlängerung der Decken in eine grosse Höhle aufgenommen wurde, wie das ja bei der Retraktion wirklich geschieht und H. Milne Edwards, einer der frühsten Untersucher der zusammengesetzten Aszidien, hat diesen Vergleich angenommen. van Beneden, welcher damals die Bryozoen noch an das obere Ende der Reihe der Polypen stellte, erachtete damit die Verbindung der Mollusken und Polypen erwiesen und bestärkte die Zutheilung der Tunikaten zu den ersteren durch allerdings etwas unbestimmte entwicklungsgeschichtliche Vergleiche. Der Besonderheit, der Zusammengehörigkeit, der Einordnung an richtige Stelle schien Milne Edwards gerecht geworden, als er beide Klassen als Molluskoide unter den Malakozoen vereinte. Indem Gegenbaur die Würmer mit Recht als einerseits nach den Mollusken, andererseits nach den Arthropoden Verbindungen ausstreckend bezeichnete, liess er 1859 Tunikaten und Bryozoen noch als Klassen bei den Mollusken, schob sie später beide zu den Würmern, ohne sie weiter zu verbinden, vielmehr anfänglich die Bryozoen den ungegliederten, die Tunikaten durch Vermittlung des Balanoglossus den gegliederten Würmern zutheilend und zuletzt, als von jener Eintheilung der Würmer nicht mehr Gebrauch gemacht wurde, doch wenigstens noch Räderthiere und Enteropneusti, Balanoglossus, zwischen beide einschiebend. Häckel liess sie anfangs zwar unter den Würmern unter dem neuen Namen der Himatega noch zusammen, stellte sie dann jedoch als getrennte Klassen unter seine Würmer mit Coelom. Ein starkes Glied für den Stammbaum der Wirbelthiere wurden die Aszidien, nachdem Kowalevsky den Stab im Schwanze der Aszidienlarven durchaus der Chorda der Wirbelthiere verglichen und die Bildung der Verdauungshöhle aus Invagination, wie für Ascidia, so auch für den Amphioxus bewiesen hatte, wobei allerdings nach Kupffer die Keimhaut der Ascidia canina vor der Einstülpung der Verdauungshöhle schon mehrere Lagen Zellen hätte, aber doch auch nach ihm eine Furche bei Aszidien wie bei Wirbelthieren den Ursprung für die Zentralorgane des Nervensystems gäbe. So stellt Häckel in der Anthropogenie die Aszidien als kleinen Ast der Chordonier, Chordathiere, neben den grossen der Wirbelthiere. Die Phantasie konstruirt dann mit Leichtigkeit eine ausgestorbene Ahnenreihe der Weichwürmer, Scolecida, für diese Chordonier und einen Nebenast der Mollusken, und lässt jene Reihe selbst hervorgehen aus den Urwürmern. So kommen die Mollusken und Tuni-

*) Der Vergleich geschieht an mehreren Stellen. Eine lautet: Pour bien comprendre les ascidies, on doit se représenter ces animaux comme des polypes bryozoaires, dont le canal intestinal est replié sur lui même et dont les tentacules sont unis pour former une gaine.

katen doch wieder als Abzweigungen parallel übereinander und zunächst aneinander zu stehen, jene um ein Glied früher als diese vom Wirbelthierstammbaum abbiegend. Die Bryozoen aber werden in diesem Stammbaum gar nicht geführt.

Bei Salpen und Doliolum kann man allenfalls in den Muskelreifen eine Gliederung des in der Hauptsache symmetrischen animalen Leibes finden, wie sie den Würmern der anderen Entwicklungsrichtung so gewöhnlich ist; eigentlich schon bei ihnen, deutlicher aber bei den Aszidien ist das beschränkt auf den Kiemenkorb und scheint nicht weiter als auf Balanoglossus zu führen. Diagramme, wie sie Häckel für die Uebereinstimmung von Amphioxus und Aszidien zeichnet, würden, abgesehen von der sogenannten Chorda, auf welche wir zurückzukommen haben, reichlich ebenso gut für die Uebereinstimmung von Bryozoen, Tunikaten, Lamellibranchiaten, besonders Tubikolen sich darstellen lassen. Ist jenes Organ der Tunikaten in jeder Beziehung eine Chorda, so werden die Tunikaten darum doch nicht mehr Würmer, als sie es sonst wären und die Bildung der Urwürmer für den Zweck solcher Ableitung ist Ausdruck nur für die Gemeinschaft des bilateralen Typus in dem von jenen Abgeleiteten. Jene naturphilosophische Methode giebt eben jeder vergleichenden Betrachtung die Form eines Stammbaums.

Die Tunikaten werden verbunden dadurch, dass sie statt der Schalen von Mollusken oder der Büchsen der Bryozoen eine bald weiche, bald sehr solide, lederartige, auch kalkhaltige Hülle besitzen, deren äusserer Theil eine Verbindung von Oberhautzelllagern und auch Lagern tieferen Ursprungs mit den von diesen gelieferten, bald sehr zarten, gelatinösen, bald faserigen, bald kalkigen, gefärbten oder hyalinen Abscheidungen ist, wobei jedoch die Abscheidungen nicht abgegränzt oder gar frei, trennbar, auf den sie bildenden Gewebselementen liegen, wie sonst die chitinigen oder konchyliolinigen, sondern die Zwischensubstanzen mit der lebendigen Substanz vermischt und verfilzt sind. Die so entstehende Hülle nennt man den Mantel, Tunica, auch in der besonderen Entwicklungsgeschichte dieses Theils Theca. Die Anwendung des Ausdrucks „kartilaginös“ ist wegen der Zusammensetzung des Gewebes hier eher berechtigt als in vielen anderen Fällen, in welchen auf ganz äusserliche physikalische Beschaffenheit hin von demselben Gebrauch gemacht wird; trotzdem besteht eine grosse histiologische Differenz.

In diesem Mantel befinden sich zwei Oeffnungen, welche entweder durch überwiegend einseitige Entwicklung einander genähert oder fast, und selbst ganz diametral entgegengesetzt sein können. Im ersten Falle befinden sich alle angewachsenen Tunikaten und diejenigen, welche wie die Larven der Angewachsenen auch im erwachsenen Zustande mit einer Art von Schwanz schwimmen, die Appendikularien. Der Unterschied des Verhaltens in dieser Beziehung ist abhängig von der Grösse des Eingeweidesacks und nicht unvermittelt. Die eine Oeffnung lässt Wasser und mit ihm Sauerstoff und

Nahrung eintreten und heisst deshalb Ingestionsöffnung, die andere wenigstens die Exkremente, unter Umständen auch die Geschlechtsprodukte und ausgestossenes Wasser, austreten und heisst die Egestions- oder Kloakalöffnung. An diesen beiden Oeffnungen geht der Mantel in die innere Auskleidung kontinuirlich über.

Wenn wir zunächst eine Phallusia oder echte Ascidia ins Auge fassen, so finden wir, dass die an den beiden Oeffnungen mit dem Mantel verbundene innere Haut sich im Uebrigen sehr leicht von ihm trennt, meist im Tode schon ganz abgetrennt ist und so wieder einen Sack mit zwei Oeffnungen darstellt, zusammengefallen viel kleiner als der Mantelsack. Dieser innere Sack wird aussen gleichmässig von einer Muskelhaut umkleidet, deren Begränzung durch ein Epithel nachweisbar sein kann. Der so gebildete Muskelsack umhüllt ferner alle Eingeweide.

An dem äusseren Sacke, dem Mantel, gelingt es zuweilen innen und aussen eine Epithelschicht zu finden; häufig ist diese gar nicht zu sehen. Die weiteren Verschiedenheiten, ob mehr Kerne, mehr Zellen, mehr Zwischensubstanzfasern, Krystallnadeln, Kalkablagerungen, Farbstoffe, grosse blasige Kugeln, sowie auch ob sich vielleicht stellenweise eine innere Lage blattartig, membranös, vom Uebrigen abhebt, eine Lakune zwischen sich und dem Rest lassend, erscheinen ziemlich nebensächlich.

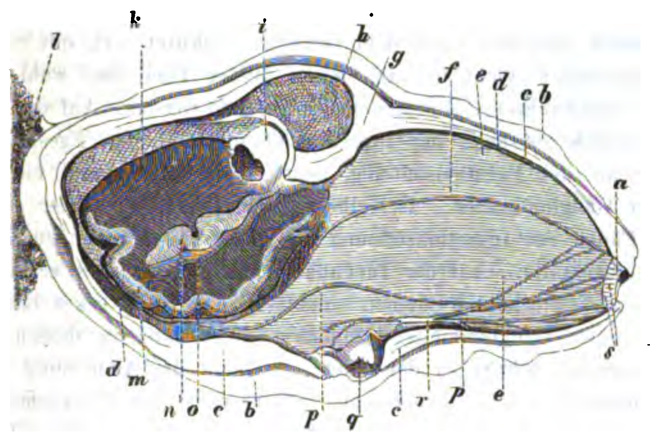
Wir werden nicht anders können, als in der Tunica die ganze ektodermale Lage zu finden, welche zwar ausser den eventuell schwindenden Epithelien Elemente ausgebildet hat zu den Bindesubstanzen gehörig und Gefässe, deren Uebertritt aus den endodermalen Lagen an einzelnen Stellen sehr auffällig sein kann, aber einmal das von der Bindesubstanz und das von den Epithelien Herrührende wenig deutlich unterscheiden lässt und dann Muskellager nicht ausbildet. Der Hohlraum, welcher, von wenigen Adhäsionen durchsetzt, zwischen dem Muskelsack und dem Mantelsack bleibt und in der Figur mit d bezeichnet ist, wäre mit anderen Worten das Coelom; ausserhalb desselben läge der sogenannte animale Leib, das Gesammte der Haut und ihr verkümmertes Zubehör, innerhalb der sogenannte vegetative Leib, an welchem im Gegentheil die Muskulatur sehr stark entwickelt ist. Allerdings tritt dabei die Bedeutung der Kontinuität der endodermalen und ektodermalen Lagen besonders hervor. Wenn wir von den inneren Theilen den gleich zu beschreibenden Kiemensack umdrehen, nach Aussen wenden könnten und wollten, blieben wir für manche Verhältnisse viel mehr im Gewohnten.

Der Muskelsack ist auf seiner Innenfläche mit dem Athemorgane bekleidet und zwischen die Muskellage und die Kiemenhaut bettet sich im Grunde des Sackes das Eingeweideknäuel ein.

Bei der hier abgebildeten Phallusia mammillata Cuvier sind die genaueren Verhältnisse folgende.

Der Athemsack, mit einem feinen Gitterwerk von Balken ausgekleidet, beginnt erst in einer geringen Entfernung von der Ingestionsöffnung der

Fig. 119.



Eine Aszidie, Phallusia mammillata Cuvier aus Palma de Mallorka, in natürlicher Grösse. Eine Hälfte des Mantels und des Kiemensackes ist weggenommen und so die Athemhöhle geöffnet und das Eingeweideknäuel frei gelegt.

a. Ingestionsöffnung. b. Höckrige Aussenfläche des Mantels. c. Durchschnitt des Mantels. d. Maschiger Zwischenraum zwischen dem Mantel und dem Kiemensack. e. Kiemensack. f. Epipharyngeale Rinne. g. Das Septum des Mantels. h. Der Nebenraum der Mantelhöhle. i. Das Mundrohr. k. Die Leberumhüllung des Magens. l. Der zum Anheften zusammengekittete Sand. m. Der Darm. n. Die Geschlechtsdrüse. o. Die Niere. p. Das Hypopharyngealband. q. Die Egestionsöffnung. r. Das Ganglion. s. Die Tentakelfäden.

Tunica und lässt vor sich einen muskulösen Ringswulst, gegen welchen er sich mit einer Wimperrinne absetzt, an deren Rand eine Anzahl Tentakelfäden sich findet. Diese stehen mit der geschwollenen Basis dicht gedrängt, sind, weil sie ganz ungleiche Grösse, von der geringsten Vorknospung an bis zu ein Paar Millimeter Länge, haben, kaum bestimmt zu zählen. Bei einem Stücke waren deren jedoch wenigstens über sechszig vorhanden. Da die Längsbündel der Muskelhaut an sie treten, können sie von diesen angezogen, wohl auch verkürzt und nach Innen gelegt werden, wo sie dann den Eingang verschliessen helfen. Von hier ab ist der Kiemensack zunächst mit dem Muskelsack gut verbunden, die Verbindungen werden aber allmählich sparsamer und beschränken sich auf die Stellen des Uebertritts grösserer Gefässe. Der Kiemensack kleidet in dieser Weise den ganzen Innenraum aus und überzieht diejenigen Eingeweide, welche in die Wand gelagert sind, auf derjenigen Fläche, welche gegen den Hohlraum sieht. Indem im Grunde der Höhle dieses Eingeweideknäuel liegt, senkt sich der Kiemensack neben ihm allerseits blind ein; so tritt er ein in einen über dem Munde durch ein von vorn nach hinten einspringendes Mantelstück, ein Septum, abgegränzten Nebenraum und überzieht den zapfenförmigen Fortsatz, welcher die Kloake einschliesst, einerseits. Das Netzwerk der Kiemenbalken ist

vielfach durchbrochen, gefenstert und das Gebälk in Lappen erhoben. Eine erste Frage ist, ob man bei diesen Thieren von Rücken und Bauch reden soll und wie darüber zu entscheiden sei. Die Stellung im Wasser ist mehr oder weniger mit Richtung der Ingestionsöffnung nach Oben. Die Tunica sendet Ausläufer nach dem Grunde, verkittet sich mit Sand, umwächst Algenfäden, klebt sich an Steine. Dieser Theil darf wohl jedenfalls wieder als angewachsener Hinterrücken angesehen werden. Auf der kürzesten Verbindungslinie zwischen der Ingestionsöffnung und der Egestionsöffnung, viel näher an der Egestionsöffnung, liegt in der Muskelhaut ein schmaler gestreckter Ganglienknoten. Derselbe entsendet nach vorn vier sich weiter gabelnde Fäden zur Ingestionsöffnung und nach hinten einen zu jeder Seite der Egestionspapille. Auf der Innenfläche des Athemsackes verlaufen zwei Längsrinnen, von erhöhten Säumen eingefasst, des Gitterwerkes baar. Indem sich diese dem Ganglienknoten zunächst nicht ganz in dessen Richtung befinden, sondern schräg zu demselben, erscheint die Anordnung nicht von einer einfachen Längsachse beherrscht, sondern es ist wie bei asymmetrischen Schnecken der Eingeweidesack schief gegen die mehr animalen Theile gelagert. Wenn so der Vergleich mit den Schnecken nahe liegt, so wird das unterstützt durch die besondere den einfachsten Bildungen gewundener Schalen, den Calyptraeiden, entsprechende Kammerbildung der Tunica. Nehmen wir diese als auf dem Nacken liegend, wie es Schnecken verlangen würden, so kommen wir in Uebereinstimmung mit Huxley dazu, das Ganglion als ventral anzusehen und können dann mit ihm die hier liegende Rinne die hypopharyngeale, das hypopharyngeale Band, die entgegengesetzte die epipharyngeale nennen. Es führt das, grade wie die Betrachtung der Bryozoen, mit Nothwendigkeit zur Annahme, dass die Salpen auf dem Rücken schwimmen.

Tief im Athemsacke, doch so, dass sich dieser nach rechts, links und oben weiter eintieft, erhebt sich nahe dem genannten Septum der Tunica aus der von der Kiemenhaut überzogenen Eingeweidemasse ein kurzes Mundrohr, rückwärts gerichtet und die Rinnen des Kiemensackes, um den Eingeweidesack herumziehend, treten gegen diesen Mund. Von den beiden Seiten desselben ziehen zwei freie Bälkchen, wie ein Zaum gegen den Kiemensack, wohl Gefässe und Nerven enthaltend. Die Speiseröhre geht erst nach vorn, biegt um und tritt mit einem muskulösen Kegel in den Magen ein, welcher neben diesem Kegel noch etwas nach vorn reicht. Der Magen ist weit, längsfaltig und mit einer mächtigen braunen Leberlage umgeben. Die Zellen in dieser bilden in sich dunkelbraune fettige, oft konzentrisch schalige, Körner aus, welche, wie es scheint, aus der Tiefe des Organs gegen den Magen allmählich vorgeschoben, durch Platzen der Umhüllung in den Magen gelangen, während Gallengänge nicht vorhanden zu sein scheinen. Dieser Magen reicht hinten bis ans Ende des Eingeweidesackes,

des sogenannten Kernes der Aszidie, Nucleus, und geht umbiegend in einen, gleicherweise von Lebersubstanz umhüllten, meist blasslehmgelblichen Inhalt führenden, Darm über. In die Schlinge zwischen Magen und Darm legen sich die Geschlechtsorgane. Deren Ausführungsgänge und der Mastdarm wenden sich gegen die Egestionsöffnung, wo sie gemeinsam in die Kloake münden. Heute nehmen die Meisten an, dass das Wasser aus der Kiemenhöhle durch zahlreiche Spalten im Maschenwerke der Kiemen oder durch eine grössere Oeffnung in die Kloake gelange. Man kann nach allen Richtungen hin Vergleiche machen, welche das vermitteln und der Umstand, dass bei den nächsten Verwandten, den Salpen, das einfache Kiemenband in einer Höhle ausgespannt ist, welche zwischen der Ingestions- und der Egestionsöffnung voll durchgängig ist, würde sehr gut aus jenem angenommenen Zustand so abgeleitet werden können, dass von vielen sich bogig abhebenden Balkentheilchen ein einziger übrig geblieben wäre. Man müsste dann das Flimmerepithel der Athemkammer durch die Fensterchen hindurch kontinuirlich zusammenhängend denken mit dem Epithel, welches den Kloakalraum und weiter mit dem, welches den Mastdarm auskleidet, mit welchem es von der anderen Seite her durch Mund, Magen und Darm in Verbindung steht. Man kann jedoch bei Phallusia mammillata den Athemsack strotzend mit Wasser füllen, erst wenn eine Zerreissung eintritt, fliesst das Wasser durch die Kloake ab. Cuvier hielt den Sack für geschlossen, Coste glaubt ebenso immer auf dem Grunde der Grübchen zwischen den Balken die feine abschliessende Haut gesehen zu haben; van Beneden und Carus glaubten eine einfache Oeffnung zu sehen, andere haben gemeint, dass Farbstoff durch die Maschen durchgehen könne.

Die Elastizität der Tunica erschliesst die Mantelöffnungen, die Kontraktion der Muskelhaut treibt Wasser aus und schliesst jene. Für Nahrungsaufnahme können solche Wechselbewegungen dienlich sein. In der Regel wird der Wimperstrom genügen, in den genannten, bei anderen Gattungen wohl auch zahlreicheren, Rinnen feine Theilchen zusammen und zum Munde hinzutreiben. Ich finde im Magen von Phallusia Algenfäden und Schalen von Diatomeen. Indem, in einer ähnlichen Weise wie beim Regenwurm, eine Wand des Darms in das Lumen als Längsleiste vorragt, werden die Exkremente fein fadenförmig. Der Vorhof oder die Athemkammer und die Kloakalkammer dienen parasitischen oder kommensalen Thieren, besonders amphipodischen und kopepodischen Krebsen zum bequemen und vortheilhaften Zufluchtsort. Der Darm kann Gregarinen enthalten.

Mannigfache Verschiedenheiten bestehen für die Aszidien in der Umstellung der Ingestions- und auch der Egestionsöffnung mit Läppchen, der Gegenwart einer grösseren Anzahl von Furchen im Kiemenkorbe, zwischen welchen starke Längswülste liegen, Stützung des Kiemenkorbes durch Gruppen

von Konkretionen in Rippen oder Reifen ähnlicher Anordnung, Einsenkung des Mundes in den tiefsten Grund des Athemsackes, wo dann noch erst ein besonderer Trichter mit gefältelten Wänden zu ihm leitet und der den Darm und die Geschlechtsorgane aufnehmende Körperantheil nicht in den Kiemenkorb eingesenkt ist, sondern mit ein oder zwei in Breite abgesetzten Partieen, welche man unpassend vom Thorax als Abdomen und Postabdomen unterschieden hat, ihm nachfolgt. Dabei bleibt bestehen die Umkehr des Darmes, dessen Mastdarm oft mit grossen Exkrementballen gefüllt ist. Die Oeffnungen rücken eher noch näher zu einander; alle die hinteren Partieen sind aufgewölbter Eingeweidesack.

Diese Theilung des Körpers in Regionen kommt vor bei vergesellschafteten und zusammengesetzten Aszidien und man kann solches auch an der in der Regel einfachen, gestielten Boltenia theilweise finden. Die Unterscheidung der vergesellschafteten Aggregatae und der zusammengesetzten Compositae ist in so fern keine glückliche, als man dadurch die nur durch schlanke Ausläufer, meist Wurzeln ähnlich, Verbundenen von denjenigen trennt, welche mit grösseren Flächen ihrer Tunica einander verwachsen sind, während solche Verbindung im Wesentlichen gleich ist, weil jedesmal auf Knospung beruhend und nur für die Ausdehnung der Mantelverwachsung verschieden, etwa wie für strunkförmig neben einander sich erhebende Korallenindividuen gegenüber mit den Wänden verschmelzenden. Je bedeutender die gemeinsame Mantelmasse, das Coenenchym, gegenüber dem Einzelnen wird, um so mehr beweist sie durch reichliche Gefässdurchsetzung und Knospenbildung ihre Antheilnahme am regen Leben. Selbst der Umstand, dass bei den meisten Compositae die Kloakalräume in Gemeinschaft treten, bei anderen nicht, kann rein aus der Mantelentwicklung abgeleitet werden und hat keine sehr hohe Bedeutung.

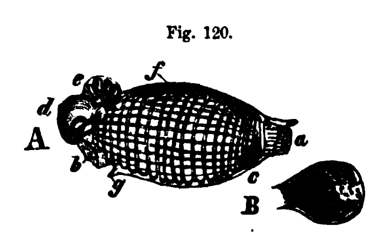
Gegenüber den festsitzenden Chthonaszidiern giebt es vier Gruppen von schwimmenden, nektaszidischen Formen.

Die erste enthält die von Chamisso entdeckte Gattung Appendicularia, welcher von Mertens der Name Oikopleura, von J. Müller Vexillaria und von Busch Eurycercus gegeben ist. Bei dieser Gattung ist der Mantel an der dem Nervensystem entgegengesetzten Wand und mehr hinten senkrecht gegen die Körperlängsachse schwanzförmig ausgezogen. In diesen Schwanz treten der Muskelbeleg und die hohle Achse ein; lebhaft schlagend und im Allgemeinen etwa doppelt so lang als der eine oder mehrere Linien messende Körper treibt er das Thierchen voran.

Der Vergleich der Appendikulariden mit den Aszidienlarven beruht wesentlich auf dem Vergleich der Schwänze. Das passt nur, wenn der Appendikularienschwanz, welcher, wie Gegenbaur und andere meinen, einen Hohlraum und nicht eine der Chorda ähnliche Stütze enthalten soll, wie Joh. Müller und Leuckart es angesehen haben, letztere wenigstens

anfänglich besässe. Es wird immer noch fraglich sein, ob die Identifizirung der Appendikularien, Vexillarien und Oikopleuren eine vollständige sein dürfe. Die Appendikularien haben zwar an der Kieme ein Paar blinder Anhänge, aber von dort keine Verbindung mit einer Kloake, da überhaupt die Aftermündung frei liegt. Die Ingestionsöffnung ist querspaltig wie bei den Salpen und wimpernd. Die Kiemenhöhle geht hinten in den wimpernden Oesophagus über und es ziehen zwei besondere Wimperrinnen auf diesen zu. Am Verdauungskanal kann man Magen, Mitteldarm und Enddarm unterscheiden. Letzterer mündet mit dem After vor der Insertion des Schwanzes. Nur im eigentlichen Magen fehlt die Wimperung und wird durch eine Leberumhüllung ersetzt.

Fig. 120.

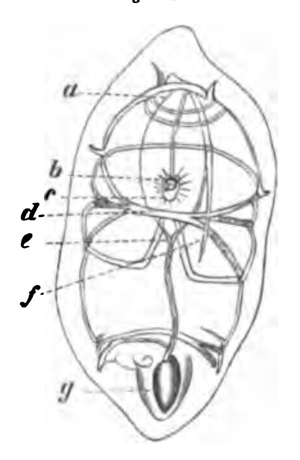


Leuchtwalze, Pyrosoma atlanticum Peron von Nizza. A. Einzelthier aus dem Mantel geschält, etwa 30mal vergrössert.
a. Die Ingestionsöffnung. b. Die Egestionsöffnung. c. Der Nervenknoten. d. Der Nucleus. e. Die Fortpflanzungsorgane. f. Die Wimperrinne. g. Ein zäpfchenförmiger Anhang der Körperwand, welchen Keferstein am Ende des Endostyls zeichnet.
B. Eine junge Knospe, um die Entstehung der Kiemenbalken aus einzeln hervorknospenden Fäden zu zeigen; stärker vergrössert.

Die Pyrosomen sind schwimmende Tunikatenkolonieen. Wie bei zusammengesetzten Aszidien stecken in einem gemeinsamen Mantel grosse Zahlen von Einzelleibern, welche in der Begränzung, wie sie sich nach dem Tode von der Hülle in Zurückziehung an den Mündungen zu lösen pflegen, nur bis zu wenigen Millimetern gross sind. Die gemeinsame Tunica ist aber nicht an fremde Gegenstände angeklebt, sondern schwimmt frei und hat die Form eines hohlen Cylinders. Auf der Aussenfläche erheben sich zapfenartig besondere Mantelantheile der Einzelnen, geben dem Ganzen ein warziges Ansehen und tragen die Ingestionsöffnungen. Die Egestionsöffnungen münden in den hohlen Achsenraum. Wenn man aus Mantelantheilen die einzelnen Thierchen ausklaubt, so zeigt die Mantelsubstanz wabenartige Hohlräume. Im Leben sind selbstverständlich die weiteren Hüllen der Thiere mit dem Rande der Mantelöffnungen verbunden. Diese weiteren Hüllen bilden zunächst auch zwei Hauptlagen. In der äusseren sind die Muskeln nur an den Oeffnungen als kräftige Ringsmuskulatur zu unterscheiden. Für die innere, den tonnenförmigen Kiemenkorb, ist die fensterartige wirkliche Durchbrechung wohl unzweifelhaft. Der Kiemenkorb muss entstanden gedacht werden aus der Entwicklung von Läppchen, welche von den Seiten des Endostyls oder Epipharyngealbandes neben einander vorknospen, bis auf vierundzwanzig und mehr jederseits sich vermehren und gegen die Seite des Ganglion bis zur Berührung von beiden Seiten her aufwachsen. Bei jungen, aus Knospung entstandenen Thieren sieht man diese Kiemenbänder in viel geringerer Zahl und weit distant, aber auch bei alten

bemerkt man, dass sie an der neuralen Seite nicht einfach herumgehen, sondern gegen einander anstossen. Diese Querbänder werden jederseits durch zwölf Längsbalken verbunden. Das so gebildete Netzwerk wimpert sehr stark; es ist auf der unterliegenden, in anderen Formen so stark mit Muskeln versorgten Membran mit einzelnen Adhäsionen befestigt und lässt durch seine Fenster und zwischen jenen die Gefässe überführenden Adhäsionen hindurch das Wasser zum Kloakalraum übertreten. Von den Kreuzungspunkten der Balken ragen auch Läppchen in den Kiemenraum; mit etwa acht solchen und einem grossen, dem Endostyl entsprechend, ist die Ingestionsöffnung umstellt. Der Endostyl zeigt eine von zwei Wülsten eingefasste Rinne; er verändert seinen Charakter hart am Munde, welcher ganz im Grunde des Athemsackes liegt. Nach Keferstein und Ehlers läge der Mund auf der Neuralseite und der Zapfen, von welchem die Knospen ausgehen sollen, auf der entgegengesetzten. Nach Spiritusexemplaren scheint mir das umgekehrt werden zu müssen. Der Magen ist in Absetzung gegen den Oesophagus erweitert. Der ganze Verdauungskanal flimmert und ist mit Pigment führenden Zellen umkleidet.

Fig. 121.



Salpa democratica mucronata Forskål, geschlechtsthätige Generation, aus Mentone, etwa 8mal vergrössert.
a. Ingestionsöffnung. b. Auge. c. Gehirn. d. Muskelband. e. Kieme. f. Endostyl. g. Nucleus, bei dieser Art dunkelblau.

Von hier aus können wir nach zwei Richtungen zwei weitere nahe vergleichbare Gruppen ableiten, welche während auch sie durch die Entstehung aus Knospung junge Brut mit der Erzeugerin und unter einander zusammenhängend zeigen, doch wechseln in Auflösung dieses Zusammenhangs solitär schwimmen.

Erstens die Salpen, in welchen die Kieme auf ein schräges Wimperband beschränkt ist, ausgespannt vom vorderen Ende der neuralen Seite nach dem hinteren der entgegengesetzten, wo dasselbe dann als Hypopharyngealband der zum Munde leitenden Wimperrinne dem Epipharyngealband Huxleys begegnet. Unter der letzteren liegt ein Kanal von unklarer Bedeutung, welchem seine festeren Wände den Namen des Endostyls verschafft haben und welcher bald als ein Theil der Wimperrinne betrachtet, bald von ihr bestimmt unterschieden worden ist. Die Mantelhöhle ist meist ziemlich cylindrisch; der Eingang liegt vorn mehr nach der neuralen Seite und ist von festen queren Lippen begränzt; das Eingeweideknäuel, der Nucleus,

liegt hinten antineural; wieder mehr neural die Kloakalöffnung. Der den Nucleus umhüllende Antheil der Tunica wölbt sich meist rundlich vor; das Knäuel kann auch ganz terminal liegen, wobei die Thiere schwimmfähiger sind; es ist meist von glänzend goldbraunen, bei Salpa democratica von blauen Pigmenten umhüllt. Ausnahmsweise, bei den zusammengeketteten Geschlechtsthieren von Salpa pinnata, ist der Darmkanal gestreckt. Der Mund ist trichterförmig, der Magen bildet einen Blindsack, die Innenfläche wimpert.

Die andere und letzte nektaszidische Gruppe bildet Doliolum, für welches man, weil die die Mantelhöhle umziehenden einzelnen Muskelbänder geschlossene Reifen bilden, während sie bei den Salpen, mit Ausnahme der Schliessmuskel der beiden Oeffnungen, mehr oder weniger klaffen, den Ordnungsnamen der Cyclomyarier gebildet hat. Die Mantelöffnungen haben ziemlich die Weite des tonnenförmigen Körpers, sind ganz diametral entgegengesetzt und zwei gebogene, auch wohl in einander umbiegende Reihen von Spalten durchsetzen die in der Mantelhöhle ausgespannte Kiemenwand. Auch hier liegt der Nucleus in der antineuralen Wand und der After steigt gegen die neurale, doch kann der Mund mehr seitlich und selbst gegen die neurale Wand hin gelagert sein.

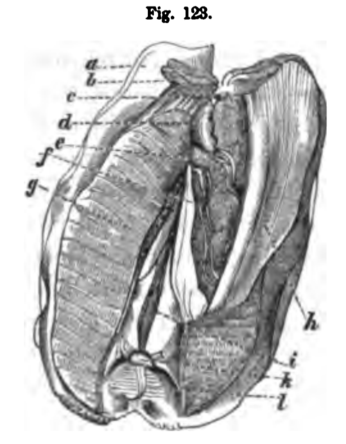
Während die Gegenwart einer Leber bei Salpen und Doliolum sehr fraglich ist, ist ein dem Darme anliegendes verästeltes, anscheinend röhriges und hinter dem Magen in den Darm mündendes Organ von R. Leuckart für ein Pankreas angesehen worden. Die Einrichtungen des Darms sind bei Doliolum ganz ähnlich wie bei den Salpen.

Alle nektaszidischen Tunikaten haben eine glashelle Tunica. Im Magen und Darm der Salpen findet man ganze Kollektionen von Diatomeen und Ceratien; sehr gemein sind auch in ihm als Schmarotzer Gregarinen.

Wenn man die Klasse der gewöhnlichen, echten, Muschelthiere, die Kiemenmuscheln, Lamellibranchiata, aus den Tunikaten ableiten will, so scheint es vielleicht am Besten, sich nach den zentralen Theilen des Nervensystems zu richten. Für den Vergleich mit den Tunikaten können wir jedoch nur diejenigen Ganglien der Muscheln anwenden, welche, dem Knoten der Aszidien entsprechend, zwischen den beiden Stellen gelegen sind, an welchen die beiderlei, die Nahrung und Luft zuführenden und die Ausscheidungen wegspülenden Wasserströme in den von Schale, Mantel und anderen Theilen umschlossenen Raum eintreten und aus ihm austreten. Die Auffassung der Muscheln in dem Sinne, dass man den Schalenspalt als den Bauch, das Schlossband als den Rücken, den Mund als vorn gelegen bezeichnet, hat es mit sich gebracht, dass man jenes Ganglion oder Ganglienpaar das hintere genannt hat und in der Regel in der Betrachtung ausgeht von zwei anderen, von welchen das erste am Munde, das andere im Fusse gelegen ist. Nach

den Mund weg und meist eins für den Fuss, ebenfalls dem am Munde durch Kommissuren verknüpft. Alle diese Ganglien würden einander bei den Schnecken nahe liegen, in relativer Kürze der Kommissuren von den Mundganglien zu den anderen eine Art von doppeltem Schlundring bildend, an welchem mit der Ausbildung von Augen und Tentakeln die Supraösophagealganglien zu bevorzugter Entwicklung kämen, während Fuss, Eingeweidesack, Kiemen und Weiteres weit aus ihm nach hinten hinausgeschoben lägen.

Fig. 123.



Teichmuschel, Anodonta anatina Lamarck, aus der Gegend von Heidelberg, ohne Schale, ausgebreitet und ein Theil des Fusses abgetragen, um den Darm zu zeigen, in natürlicher Grösse.
a. Mantel. b. Mundlappen. c. Mund. d. Magen. e. Darm. f. Umbiegende Schlinge desselben. g. Innere Kiemenlamelle. h. Fuss. i. Mastdarm, durch die Bedeckungen scheinend. k. Hinteres Ganglion. l. Durchscheinender hinterer Schliessmuskel.

Will man unter diesen Umständen fortfahren, das zwischen Ingestions- und Egestionsöffnung gelegene Ganglion der Bryozoen und Tunikaten ventral zu nennen, so muss man die sogenannte Bauchseite der Muscheln sammt dem Fusse als in ungleichem Grade Eigenschaften des Bauches mit denen eines Vorderrückens kombinirend ansehen.

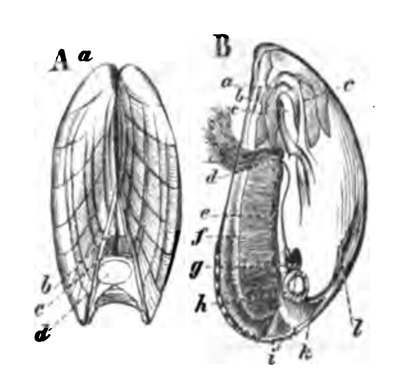
Gegenüber der breiteren Erläuterung zum morphologischen Verständniss der Muscheln im Ganzen in Bezugnahme auf nach Anderem gebildete Ausdrücke kann die Darstellung des Verdauungsapparates kurz sein.

Der in der Kiemenkammer oder über den Fuss hin durch die Wimpern getriebene Wasserstrom findet im Grunde dieser Kammer am sogenannten Vorderende der Muschel über der vorderen Wurzel des Fusses, zwischen zwei Paar besonderer wimpernder, von den Kiemen meist bestimmt abgesetzter, sehr selten fehlender Mundlappen und, wenn ein vorderer Schliessmuskel vorhanden ist, unter diesem, von ihm kappenartig überwölbt, den Mund.

Die Mundlappen, im Einzelnen mannigfache Verschiedenheiten bietend, erscheinen im Allgemeinen als Ausziehungen der Ober- und der Unterlippe zu freien dreiseitigen, meist an den zugewandten Flächen gerippten und gewimperten Lappen gegen die Wurzel der Kiemen hin, so dass sie, der äussere an der Spitze sich mehr nach Aussen, der innere nach Innen umrollend, zwischen sich alle diejenigen Wasserströme aufnehmen, welche zwischen der äusseren Kieme und dem Mantel, zwischen den beiden Kiemenblättern jeder Seite und zwischen den inneren Kiemen und dem Fusse sich bewegen und dieselben zwischen sich zum Munde leiten. Eine weitere Bewaffnung hat der Mund der Muscheln nicht. Ein kurzes Speiserohr führt in einer

erweiterten Magen, in welchen die Ausführungsgänge der umhüllenden Leber münden, und mit welchem, wenn nicht regelmässig, doch sehr gewöhnlich ein gebogener Blindsack in Verbindung steht, welcher meist den sogenannten Krystallstyl, das Krystallsäulchen, enthält. Dieser Körper wurde einigemale ganz vermisst, Clavagella, andere Male scheint er unregelmässig vorzukommen, Cyclas, meist ist er von Knorpelansehen, zuweilen gelatinös, Dreissena, zuweilen sehr klein, Pholas, meist zylindrisch, zuweilen kantig, oft gebogen, auch an der Spitze gespalten und rinnenförmig. Er konnte darauf hin, dass er eine ziemlich feste, mechanisch arbeitende Abscheidung eines Divertikels am Verdauungsapparat ist, und, wie es scheint, kontinuirlich verbunden ist mit dünneren häutigen Ausbreitungen ähnlicher Natur, der Reibeplatte der Schnecken verglichen werden. Der ihn bildende Sack liegt jedoch dorsal und am Ende des Magens, während der Sack, welcher die Reibeplatte, Radula, der Schnecken bildet, ventral liegt und diese den Boden des Mundes bekleidet; auch liegt der Styl den Unterlagen nicht fest an und scheint von Zeit zu Zeit durch Mauserung abgestossen zu werden. Der vom Magen ausgehende Darm bildet in der Regel einige Schlingen, welche in den den Fuss tragenden Körperabschnitt und zwischen die Muskeln des Fusses selbst eindringen, wobei die Wände innig mit der Umgebung verwachsen sind und es schwer hält, den Darmkanal ohne Verletzung auszupräpariren. Der Darmkanal steigt von hier zum Rücken empor und verläuft dann als Rectum, durch die Kothanfüllung meist von Aussen bemerkbar, oberhalb des hinteren Schliessmuskels gegen den kloakalen Sipho oder die Stelle, an welcher dieser sich in manchen Fällen vom Mantel erhebt. Auf diesem Wege durchsetzt der Darm in der Regel das Herz, welcher, anscheinend sehr aussergewöhnliche, Vorgang leicht zu verstehen ist nach der schon am Ende des vorigen Jahrhunderts von Poli bei Arca Noae beobachteten Modifikation. Bei dieser Muschel liegt jederseits vom Darm ein Herz, beide entsenden gegen vorn und den Rücken einen grossen arteriellen Stamm; diese verschmelzen in


Fig. 124.



Miessmuschel, Mytilus edulis Linné, von Cuxhaven, in natürlicher Grösse.
A. Ansicht vom Hinterrücken.
a. Schalengipfel oder Nabel, Umbo. b. Durchscheinender hinterer Schliessmuskel. c. Mastdarm. d. Abgesonderte Egestionsöffnung.
B. Ansicht von der Seite nach Wegnahme von Schale, Mantel und Kiemenblättern der linken Seite.
a. Mund. b. Fingerförmiger Fuss. c. c. Mundlappen. d. Byssus. e. Innere Kieme. f. Mantel. g. Hinteres Ganglion. h. Hinterer Schliessmuskel; der vordere ist verkümmert. i. Die Brücke, welche die Egestionsöffnung und die Kloake trennt. k. Die Kloake. l. Der Mastdarm.

der Mittellinie über dem Darm und bilden eine einfache Arteria aorta anterior, bevor sie die weiteren Aeste abgeben. Ebenso vereinigen sich nach hinten unter dem Darm zwei aus den Herzkammern austretende Stämme zu einer Aorta posterior. So wird das Rectum von einem Gefässringe umschlossen, an welchem die zuerst paarigen Herzkammern Antheil haben, wobei sie so weit nach hinten sich erstrecken können, dass bei der Steckmuschel Pinna ein durch deren Verbindung entstandenes Herz unter dem Darm zu liegen scheint, oder auch den ganzen Gefässring in Anspruch nehmen, so dass bei den meisten Muscheln die doppelten Aortenwurzeln verschwinden und ein einfaches vom Darm durchsetztes Herz vorhanden ist. Bei nur einseitigen Gefässwurzeln, und wenn dann bei der Auster der Rücken eingedrückt ist, schwindet diese Herzdurchbohrung, und, wenn das Herz in das Zentrum verschoben erscheint, der Mastdarm dann aber nicht folgt, so geht von jener eigenthümlichen Combination die letzte Spur verloren.





Fig. 125.

Grosse Herzmuschel, Cardium tuberculatum Linné, von Neapel, in natürlicher Grösse, ohne Schale.
a. Die Rinne zum Mundwinkel zwischen den Mundlappen. b. Aeussere Kieme. c. Innere Kieme. d. Egestionsöffnung. e. Ingestionsöffnung. f. Fuss.

Die Innenfläche des Magens und Darmes der Muscheln flimmert; eine grosse, lappige, bräunliche Leber umgiebt den Magen und sendet Ausführungsgänge, in welche die Wimperung des Verdauungskanals eintritt, in den Magen und wohl auch den Anfang des Darmes. Mit den Geschlechtsorganen sich verflechtend, nimmt sie, wenn der Körper sich zu den Seiten des Schalenschlosses über dieses erhebt, in diesen Erhebungen Platz, von den Umbonen der Schale bedeckt.

Frey und Leuckart haben eine dem längeren Speiserohr des Schiffsbohrwurms anliegende zweitheilige Drüse als Speicheldrüse gedeutet. Auch ist bei dieser merkwürdigen Muschel der Magenblindsack durch eine Längswand fast vollständig in zwei Abtheilungen getrennt.

Die Nahrung besteht in der Regel aus Diatomeen und Desmidiaceen, welche aus dem Wasserstrom aufgenommen werden. Deby fand 37 Arten von Diatomeen im Magen von Miessmuscheln aus dem Kanal. Alle Wimperung der Mantelhöhle und der Kiemen, wie auch die stärkere Wasser-

strömung bei der auf die Kontraktion der Siphonen und den Schalenschluss folgenden Erweiterung dienen der Ernährung mit. Angewachsene Muscheln wie Austern sind deutlich allein auf solche Zufuhr angewiesen, aber auch die nicht angewachsenen, selbst diejenigen, deren Mantel weit gespalten und deren Fuss gut ausgebildet ist und welche ziemlich lebhaft den Ort wechseln, graben sich doch meist in den Kies, Schlamm oder Sand ein, und empfangen nun den Nahrungsstrom durch den hintersten Theil der Mantelspalte oder die dort abgegränzte Ingestionsöffnung. Man findet seltener Reste grösserer Pflanzen, meist allerlei Detritus, Trümmer organischer Substanz, in Magen und Darm, welche dabei in der Regel mit feinem Schlamm reichlich gefüllt sind. Die Muscheln scheinen jedoch zuweilen grössere Thiere, vielleicht mit Schalenschluss, zu bewältigen und einige sollen an Angelköder anbeissen. Die Exkremente werden von Zeit zu Zeit mit stärkeren Wasserströmen ausgeworfen.

Aus mit dem Wasserstrom nicht selten in den Darm gelangenden Eiern anderer Wasserthiere entwickeln sich zuweilen Parasiten, so dass die ungeschlechtlichen Stände der Trematoden ausser bei den Gastropoden sich nur bei Lamellibranchiaten finden.

Indem wir die Brachiopoden an das Ende der Mollusken schieben, gehen wir über zu den Schnecken, deren Hauptgruppe, die der Gastropoden, Bauchfüssigen, für welche Claus in weiterer Ausdehnung des Begriffs der Gastropoden den Namen Platypoda einzuführen versucht, für die Stellung der Kiemen durch Pleurophyllia den Muscheln ganz vergleichbar ist. Die eigentlichen Schnecken, die ihnen sehr nahe stehenden Heteropoden, die obwohl theils unvollkommenen, doch vielleicht durch einige Eigenschaften den höheren Cephalopoden verwandten Flügelschnecken, Pteropoden, und jene Cephalopoden, Kraken, Polypen der Alten, selbst sind den betrachteten kopflosen Formen, den Acephalen, als Cephalea von Lamarck entgegengestellt worden. An Stelle dieses Namens ist gewöhnlich der der Cephalophora getreten, obwohl dieser bei de Blainville von jenen nur die Cephalopoden und dazu Verunreinigungen, bei v. Siebold im Gegentheil nur die Uebrigen nach Wegnahme der Cephalopoden umfasste. Eigentlich die Gegenwart eines bauchständigen Fusses, einer Sohle, auf welcher der Körper sich gleitend voran bewegt, beanspruchend, nimmt die Klasse der Gastropoda doch auch die wenigen Gattungen der Familie der Phyllirhoiden auf, welche dieses Fusses entbehren. Die Heteropoda sind als Klasse von jenen getrennt und zuweilen den Pteropoda, mit welchen sie das nur sehr wenigen Gastropoda, so Janthina, zukommende pelagische Leben, sehr lockere durchsichtige Gewebe und zuweilen Zartheit der Schalen gemein haben, näher gerückt worden.

Die genauere Betrachtung des Fusses und die Unterscheidung der ihm zuzurechnenden, ungleichmässiger Entwicklung fähigen Stücke in der Reihen-

folge als Vorfuss, Propodium, Mittelfuss, Mesopodium, Nachfuss, Metapodium, und oberer seitlicher Anhänge als Epipodien setzt in den Stand, an dem Rumpfe der Heteropoden, aus welchem sich ein im Ganzen eher kleiner Eingeweidesack erhebt, den schwanzförmigen Theil, welcher bei den Atalantiden einen Deckel trägt, und bei den Firoliden mit einem in Zwischenräumen in schwärzlichen Knoten anschwellenden Faden endet, als Metapodium aufzufassen. Ein scheibenförmiger, senkrecht vom Rumpfe dependirender, entweder nur beim Männchen oder bei beiden Geschlechtern mit einem Saugnapfe ausgerüsteter Theil, welcher den Namen der Heteropoda begründet hat, und in Wellenbewegungen zum Schwimmen dient, ist dann ein Mesopodium.

Bei der grossen Verschiedenheit des Fusses bei den Gastropoda darf demnach wohl aus der sehr grossen Uebereinstimmung, welche die Zungenplatte, Radula, der Heteropoden mit der der Schnecken, namentlich der Bandzüngler, Taenioglossa, bietet, davon abgesehen werden, eine besondere Klasse aus den Heteropoden zu bilden. Die systematische Anordnung der Schnecken, nach der Radula, einem im hohen Grade der Beachtung würdigen Theile, verlangt allerdings noch ein viel tieferes Eindringen, verspricht aber dann bessere Erfolge als die nach irgend einem anderen Organe, wie sie jetzt schon die nach den sonst wichtigsten Theilen, Athmungsorganen und Geschlechtsorganen gemachten, an Bedeutung übertroffen hat. Für die Heteropoden scheint es nach Beschaffenheit der Radula, dass sie einem Theile der Gastropoden näher stehen als dieser zu anderen Abtheilungen. Die Radula der Cephalopoda steht aber der der Heteropoden und damit ebenfalls der der Taenioglossa ganz nahe. Nehmen wir auch das in unsere Betrachtung auf, so haben wir bandzüngige kopftragende Mollusken, welche theils gastropodisch, theils heteropodisch, theils cephalopodisch sind.

Dabei ist es nöthig, schon hier auch die besonderen Bewegungseinrichtungen der Cephalopoden auf den Fuss echter Bauchfussschnecken zu beziehen. Mit Ausnahme der Nautiliden, bei welchen die Kopffüsse selbst verkümmert sind, aber auf Anhänge derselben zurückgeführte plumpe Fäden, von den eigentlichen am Auge stehenden Tentakeln unterscheidbar, tentakelartig in grosser Zahl am Kopfe sich finden und bei welchen der Sipho ein mit freien Rändern eingerolltes Blatt bildet, haben alle Cephalopoden vier Paar den Mund umstehender, mit Saugnäpfen oder solche vertretenden Haken und Fäden ausgerüsteter Arme und danach von der Bauchseite einen Trichter, Sipho, an welchem die vordere engere Oeffnung sich frei abhebt, die hintere weitere sich gegen den freien Rand der Athemkammer anlehnt. Die Arme oder Kopffüsse der Cephalopoden sind ursprünglich bilateral. Ungleichheit der beiden Seiten tritt nur im Geschlechtsdienste ein, das in der Stellung rings um den Mund bedingte Radiäre in der Anordnung ist sekundär. Die den Armen zu Grunde liegenden Wülste haben in ihrer Ent-

wicklung sich allmählich mehr nach vorn geschoben, sie umfassen den Mund gleich den Mundtheilen eines Insektes; sie sind Ausdruck eines metamerischen, nicht eines radiären Typus; sie bezeichnen eine starke und gegliederte Entwicklung eines vorderen Fusstheils, eines Propodium. Der Trichter ist ein anderer Fusstheil und muss, obwohl in Ermangelung eines dritten Theils der aus diesem zu ziehende Entscheid darüber fehlt, wohl ohne Zweifel als hinterer Fussabschnitt, Metapodium, angesehen werden. Der Verkümmerung des Mesopodium entsprechend läge ein fussloser Theil der Bauchfläche zwischen dem vierten ventralen Fusspaar und der Trichterbasis. Die Richtung des Trichters ist dabei als sekundär geändert anzusehen in der Art, wie wenn eine Schnecke in der Sohle einknickt, den hinteren Theil gegen den vorderen wendend, um sich in ihre Schale zurückzuziehen. Das spitze vordere Ende des Trichters muss für das Verständniss nach hinten gerichtet gedacht werden. Seine vordere, angewachsene Wand ist die Fortsetzung der Sohlfläche. Er erhebt seine seitlichen Ränder ursprünglich gegen den Rücken und bringt sie ausser bei Nautilus hier, oder in der veränderten Stellung ventral, zur Verschmelzung, mit Ausnahme der Wurzel, wo eine Spalte bleibt, welche in der später angenommenen Haltung des Trichters sich rückwärts gegen die Oeffnung der Athemkammer stellt. Uebrigens kann die Trichterspitze nach allen Seiten und so auch nach hinten gerichtet werden und funktioniren. Das, was als hinterer Körpertheil betrachtet wird, der die Hauptmasse der Eingeweide enthaltende Rumpf, ist dorsal vorragender Eingeweidesack, äusserlich ganz oder fast ganz beherrscht von der Symmetrie der animalen Umhüllung. Die Cephalopodenarme stellen eine den Metameren der Gliederthiere und Wirbelthiere und den diesen aufsitzenden Epimeren gleichartige Gliederung dar. Weiter aber ist Bildung von Fuss oder Sohle nur eine flächige Ausdehnung der animalen Schicht, welche eine höhere typische Bedeutung nicht hat, und man wird die saumartige Ausbreitung der Seiten am Eingeweidesack der Sepien, sowie die bestimmtere Ausbildung von Flossen bei Loligo und anderen als eine gleichartige Flächenausdehnung der Körperwand betrachten dürfen, welche dem eigentlichen Fusse nicht subsumirt werden kann und auch den über dem Seitenrande des Fusses sich entwickelnden Epipodien nur dann, wenn man nicht verlangt, dass die Stellung der Kiemen gegenüber solchen überall dieselbe sei.

Wenn Cephalopoden und Heteropoden auf ihre Radula derselben Ordnung der Gastropoda nahe verwandt erscheinen, so ist das nicht in gleicher Weise auf die Pteropoda anwendbar. In einer Hauptsache stehen diese allerdings zum grössten Theil den genannten noch nahe. Die schalentragenden Thecosomata unter ihnen haben, wie es scheint, sämmtlich in der Radula eine ausgezeichnete Mittelplatte, welche mit einer Spitze nach hinten gerichtet von kralligen Seitenplatten unterstützt wird wie bei den Heteropoden, aber die Gesammtzahl der Platten einer Querreihe ist in Ermangelung aller Zwischenplatten auf drei herabgesetzt. Immerhin können diese als

den Heteropoden und Cephalopoden in der Radula nahe stehend betrachtet werden. Den Gastropoda gegenüber fällt jedoch für die Zahl die Bevorzugung der Beziehung zu den Taenioglossa weg, da unter ihnen vielmehr die Rhachiglossa diese Zahl zu haben pflegen. Wir können also von der Sonderung dieser beiden Gastropodengruppen für Verständniss der Verwandtschaft mit den Pteropoden keinen Gebrauch machen. Dehnen wir die Betrachtung auf die schalenlosen Pteropoden, Gymnosomata, aus, so steigt im Gegentheil die Gesammtzahl der Platten einer Querreihe bei Cliopsis wieder auf sieben, bei Clione borealis auf fünfundzwanzig, wobei immer die Mittelplatte dominirt. Bei Pneumodermon endlich fehlt die letztere, es sind vier bis sechs Haken jederseits vorhanden, wozu zwei symmetrische schlauchartige Seitentaschen kommen, welche mit sehr kleinen Haken bewaffnet sind. Diese Verhältnisse der Radula lassen erkennen, dass die Pteropoden bei ihrer viel geringeren Zahl von Gattungen und Arten mehr eine ähnliche Breite der Entfaltung haben, wie die Gastropoden im Ganzen genommen, nicht einer Ordnung dieser angehangen werden können, sondern so gut als irgend ein anderer Theil der Cephalophora als eine Klasse anzusehen sind. Das zeigt sich auch in den übrigen Eigenschaften, als Anwesenheit oder Mangel des Mantels und einer Schale, wobei letztere, wenn vorhanden, von sehr verschiedener Beschaffenheit, der Tentakel, der Augen, des medianen Fusses, der Kiemen, auch hier mit grosser Verschiedenheit im Falle der Anwesenheit. Auch, während die Pteropoden durch ihre vorderen, Flossen oder Flügeln ähnlichen, seitlichen, symmetrischen Bewegungseinrichtungen, welche man als Propodium ansehen darf, sich den Heteropoden und höheren marinen prosobranchen Schnecken von getrenntem Geschlechte anschliessen, treten sie als Zwitter den niederen marinen opisthobranchen und den niederen deckellosen Landschnecken zur Seite.

Die Dentalien mit ihren, den Stosszähnen der Elephanten in konischer Form ähnlichen Schalen hatte, nachdem des Hayes bewiesen, dass sie nicht etwa Würmer seien, de Blainville als eine Schneckenordnung der Cirrobranchia zunächst den cyklobranchen Napfschnecken, Patellen und Verwandten, gestellt. Den echten Patellen wenigstens gleichen jene jedoch weder im übrigen Bau noch irgend wie in der Radula, sofort zum Beispiel deshalb nicht, weil letztere bei Dentalium, aber nicht bei Patella eine Mittelplatte hat. Lacaze-Duthiers hat sie nach ausführlichen Untersuchungen als eine Ordnung der Muscheln mit dem Namen der Solenoconchae bezeichnet und Bronn vermittelnd sie zu einer besonderen Klasse unter den Kopfmollusken Cephalomalacia mit dem Namen der Prosopocephala, Larvenköpfe, oder Scaphopoda, Grabfüsser, erhoben. Mit der Radula bleibt eine so ausgezeichnete Kopfeigenschaft und Schneckenähnlichkeit erhalten, dass von einer Zutheilung zu den Muscheln keine Rede sein sollte. Die Besonderheiten gegenüber anderen Gastropoden sind in der

That nicht so ausserordentlich gross. Man sollte zunächst an der Schale das spitze, gleich dem weiteren geöffnete Ende nicht als das hintere, sondern in Beziehung der Schale zu dem am Rücken aufstehenden Eingeweidesack, so wie bei Patella, Fissurella und anderen als eine obere Spitze betrachten; dann ist die Konkavität der ganzen Schale nicht dorsal und die Konvexität nicht ventral, sondern jene bezeichnet die Vorderwand, diese die Hinterwand einer durchaus dorsalen Einrichtung, der Fuss allein die Sohle. Der Kopf ist dann ausgezeichnet durch eine, auch sonst, wenngleich in anderer Gestalt, nicht ungewöhnliche, rüsselartige Verlängerung, den Vorkopf, und den Mangel der Augen. Ueber ihn hinaus ragt eine Mantelkammer, die vordere der Autoren, welche jedoch keine besonderen Athemwerkzeuge enthält, und ventral von ihm liegt der Fuss, mit umgriffen vom rings freien Mantel. Der vordere Manteltheil ist also eine Entwicklung der Körperwand, welche von den Seiten des Körpers ringsum ausgehend, vorn höher, hinten niedriger, gegen die Sohle gewendet, überall frei geworden, weit vorreichend, das Ganze umhüllt. Der Mantelsaum der Patellen unter dem Schalenrande kann leicht in gleicher Weise ausgedehnt gedacht werden; es ist dies diejenige Mantelentwicklung, welche bei den Lamellibranchiaten dominirt. Wie man aber in geringerem Grade schon bei diesen einen freien Mantelsaum auch gegen den Rücken gewendet finden kann und wie es gewöhnlich eine solche Entwicklung und Haltung des Mantels ist, welche die Athemkammer der Schnecken über dem Rücken überwölbt, meist durch vollkommen mediane Verwachsung die bilaterale Entstehung verwischend, so bildet sich auch bei Dentalium von der gedachten Anwachsstelle des vorderen oder unteren Mantelantheils eine weitere freie Duplikatur aus, aufsteigend gegen die Spitze der Schale und einen Hohlraum rings um den Eingeweidesack, vorzüglich um die Leber, die sogenannte hintere Mantelkammer, umschliessend, welcher mit dem umspülenden Wasser durch die Oeffnung an der Schalspitze kommunizirt, aber auch von der vorderen Athemkammer nicht vollständig abgeschlossen ist. Die spezielle Betrachtung der vielerlei Modifikationen, welche solche Hautduplikaturen oder Mantelbildungen bei Gastropoden bieten, gestattet auch diesen Einzelfall mit aufzunehmen.

Wir wenden uns zur besonderen Betrachtung der Verdauungsorgane, zuerst der eigentlichen Schnecken, der Gastropoda. Der Mund liegt an einem mit wenigen Ausnahmen, namentlich der Käferschnecken, Chitonidae, auch durch Fühler und Augen als Kopf ausgezeichneten Theile, und kann von einem Rüssel, Proboscis, welcher bei Mitra den Körper an Länge übertrifft, oder doch von einer Schnautze, Rostrum, getragen sein oder einfach auf der Kopffläche liegen, dann der Sohlenseite zugewendet. Ein Rüssel zeichnet sich dadurch aus, dass der vordere Theil in den basalen, wie in eine Scheide zurückgezogen werden kann, ohne dass dieser vordere Theil dabei je bis zur Spitze zur Umdrehung käme. In dieser Zurückziehung

liegt also der Mund in einer weiteren von ihm zu unterscheidenden Kopföffnung. Muskeln, welche von dem vorderen Theil über den hinteren frei weg zur Körperwand gehen, ziehen den Rüssel ein, Ringsmuskeln drängen ihn durch Zusammenschnürung vor. Mit ganz wenigen Ausnahmen, Phyllidia und Tethys, Pyramidelliden, Cancellariden, einigen Terebriden und Pleurotomiden sondert die Mundhaut, sei es am oberen Rande des Eingangs und am Boden der Höhle, sei es nur an letzterem, eine harte, bestimmt geformte, anhängende, nur im Verschleisse, nicht durch Abhäuten schwindende, also auch nicht in Mauserung, sondern durch Anlage neuer Schichten oder neuer Reihen zahnartiger Gebilde sich erneuernde und wachsende Bewaffnung ab. Dass die Grundlage dieser Mundgebilde der Schnecken eine Chitinsubstanz sei, hat zuerst R. Leuckart nachgewiesen, während schon Alexander von Humboldt die Beimischung von phosphorsaurem Kalk kannte und Bergh die des Eisens fand. Troschel berechnete die Aschenbestandtheile auf 5,71—7,40 Prozent. Man hat sich diese besonderen Ausrüstungen als verstärkte Vertretungen eines chitinigen, feinen, die ganze Mundhöhle auskleidenden Häutchens vorzustellen, welches zunächst neben der sogenannten Zunge im vorderen Theile der Mundhöhle als Orbis radulae deutlich wird.

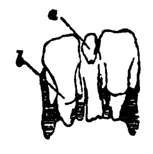
Die regelmässigste Bewaffnung ist die des Bodens der Mundhöhle, welche wahrscheinlich schon Aristoteles*), jedenfalls Swammerdam gesehen und welche letzterer Zunge genannt hat, während Adanson zuerst an ihr die Zähne nach Reihen und in diesen zählte, und namentlich Troschel, Lovén und Gray sich das Verdienst erwarben, aus ihr ein höchst werthvolles Klassifikationsmoment abzuleiten.

Wenn man versucht, die Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten nach Prinzipien zu ordnen, welche auch aus Thatsachen an anderen Stellen Unterstützung erfahren, so wird man veranlasst Ausgang zu nehmen von

*) Lovén und Troschel haben der Annahme Leberts, dass Aristoteles die Zähne der Schneckenzunge gekannt habe, nicht beistimmen wollen, sondern gedacht, es sei der Oberkiefer gemeint. Es ist ebenso schwer, die Angabe des Aristoteles, Thierkunde 4. 4. 45 (Ausg. Aubert und Wimmer) über spitze, kleine und dünne Zähne, „wie z. B. bei κοχλίας“, auf den Oberkiefer zu beziehen, als, falls κοχλίας wirklich und nur die Weinbergschnecke wäre, andererseits zu vermuthen, Aristoteles habe die so sehr kleinen Zungenzähne dieser Schnecke gesehen. Es liegt jedoch die Vermuthung sehr nahe, es sei hier κόχλος zu lesen, von welcher gerade an anderer Stelle die Zähne angeführt werden. Indem diese dort für die grossen Zähne mit κῆρυξ zusammengestellt wird, liegt es ferner nahe, darunter die beiden grössten Schnecken des Mittelmeers, Dolium galea Lamarck und Tritonium nodiferum Lamarck, zu verstehen, von welchen man schon von Messina kolossale Exemplare haben kann. Bei Tritonium sind die Seitenplatten über 1 mm., bei Dolium bis 2 mm. lang und letztere konnten, auf der 28 mm. langen Radula geordnet, Niemanden verborgen bleiben, der, wie Aristoteles, den Rüssel untersuchte. Auch mussten die Fischer wissen, dass die Firolaschnecken mit spitzen Zähnen beissen.

denjenigen Fällen, in welchen sich in der Radula für die Einzelstücke grosse Zahlen, geringer gestaltlicher und funktioneller Werth und geringe Differenz verbinden. Man findet solches in der Regel in der Form, dass eine grosse Anzahl kralliger Platten zu je einer Querreihe verbunden und solcher viele hinter einander geordnet sind, wie das nicht wenigen Opisthobranchen, namentlich Tornatelliden, zukommt. Diese Platten zeichnen sich bei Pleurobranchus ausser durch doppelte Spitzen, noch durch Stellung in schiefen Reihen und sehr starke Abnahme der Grösse gegen den Rand hin aus. Das Gewöhnlichere aber ist die Gruppirung solcher Gebilde durch eine Mittelreihe, welche unter den ungedeckelten Landschnecken mit Ausnahme der Testacellen erscheint und beispielsweise bei Bulimus decollatus durch viel geringere Grösse der Platten sich auszeichnet, während eine sehr grosse Mittelplatte bei der Weinbergschnecke Helix pomatia fast durch Verwachsung einer solchen kleinen mit einer weiteren Platte jederseits entstanden zu sein scheint. Da die einzelnen Zähne bei gedachter Helix, dadurch, dass jedesmal ein äusserer Nebenzahn grösser ist als ein innerer, in sich nicht symmetrisch sind, stellen die Zähne der rechten Seite wohl das Spiegelbild derer der linken dar, sind ihnen aber schon nicht mehr gleich. Die Arbeit der Zähne bekommt dabei auf beiden Seiten die gleiche Beziehung zur Mittellinie. Zungen mit solchen Zähnen sind in der Regel nach der Mittellinie rinnenförmig vertieft. So auch bei Arion, Succinea und anderen, wo dann die Mittelplatte allein durch gleiche Grösse der Nebenzähne sich auszeichnet. Das fällt bei Bulimus viel weniger auf. Auch sind bei Helix die Mittelzähne selbst auffälliger asymmetrisch, wie das die Abbildung zeigt. Ich zähle bei einem mässigen Exemplar der Weinbergschnecke 167 Querreihen mit 135 Zähnen für die vollständigen. Letztere Zahl scheint hinten in den weiter entstehenden Querreihen nicht mehr zuzunehmen; wenn wir sie auch für die vorderen Reihen voll rechnen, erhalten wir im Ganzen 22,545 Zähne. Die ganze Platte erscheint dabei wie eine Feile. Die sehr verbreitete Modifikation der Schneckenzunge, dass bei Verringerung der Zahl der seitlichen Platten die einzelnen Platten zu stärkerer Gestaltausprägung und zu Verschiedenheit

Fig. 126.



Ein Theilchen der Radula von Bulimus decollatus Linné aus Nizza, etwa 150mal vergrössert.
a. Verkümmerte Mittelplatte. b. Erste Seitenplatte.

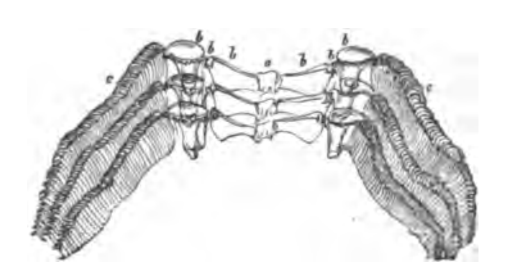
Fig. 127.



Ein Theilchen der Radula von Helix pomatia Linné aus Heidelberg, etwa 150mal vergrössert.
a. Mittelplatte, wie es scheint als Verschmelzung von zwei Seitenplatten mit einer verkümmerten Mittelplatte zu verstehen. b. Nächste Seitenplatten. c. Eine einzelne Seitenplatte nahe dem Rande.

gelangen, ist bei den gemeinen Lungenschnecken dadurch eingeleitet, dass, auch abgesehen von der Mittelplatte, die Zähne einer Querreihe nicht einander gleich sind, wie das der Vergleich der ganz am Rande stehenden Zähne von Helix pomatia mit denjenigen, welche der Mittellinie nahe sind, erweist. Aber in jedem Zahne liegen dieselben Elemente; nach der Mitte zu verschwindet in der gröberen Ausführung mehr und mehr die feinere Gliederung. Bei Zonites sind die einzelnen Zähne, namentlich die des Randes, scharf hakig, ähnlich den schweren rückgebogenen Dornen eines Rosenstockes, bei anderen stachlig, wieder bei anderen nur kleiner. Schon bei den Fächerzünglern, Rhipidoglossa, welche vorzüglich die Kreiselschnecken, die Neritiden, die Seeohren und Spaltschnecken enthalten und, zugleich durch die Federform einer in der Kiemenhöhle geborgenen Kieme ausgezeichnet, von Cuvier den Namen der Scutibranchiata erhielten, wogegen Troschel den der Pterobranchiata vorzieht, geht die Differenzirung erheblich weiter. Es bleibt allerdings jederseits in jeder Reihe eine Anzahl kralliger oder etwas löffelförmiger, dichtgedrängter, schmaler Zähne erhalten, deren freie Spitzen sich weiter auseinanderlegen als die Basen und welche dadurch einen Fächer nachahmen, während doch in der Mitte eine ausgezeichnete Mittelplatte und neben ihr ebenfalls ausgezeichnete Zwischenplatten erscheinen, deren Zahl vier, sechs und mehr betragen kann. Bei den stark gewundenen Trochiden ist dabei die Schiefheit besonders auffällig, jedoch auch bei der heimischen Neritina fluviatilis schon merkbar.

Fig. 128.



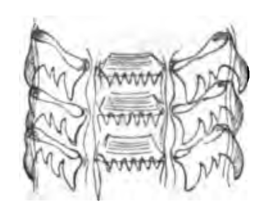
Drei Querreihen aus der Radula von Neritina fluviatilis Linné einer Rhipidoglosse aus dem Neckar, etwa 100mal vergrössert.
a. Mittelplatte. b. b. b. Zwischenplatten. c. Fächerförmig gestellte Randplatten.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass sich den Rhipidoglossa eine Familie der gedeckelten Lungenschnecken, Pulmonata operculata, anschliesst, die Heliciniden, indem auch bei ihnen zahlreiche Randplatten vorkommen, oder, wenn man so will, die Seitenplatten jeder Seite bei ihr ebenfalls in zahlreiche lamellenförmige Platten zerfallen.

Man kann die Anordnung der Zunge bei den Käferschnecken im Prinzipe in sofern mit den Rhipidoglossen vergleichen, als sich ein mittlerer Theil der Zunge durch Mittelplatte und Zwischenplatten sehr auszeichnet, während ein Randtheil eine grössere Zahl einfacherer, geringerer Randplatten trägt. Diese aber sind aneinandergelegt, flach wie im Mosaikpflaster, vielleicht die niederste Stufe von Radulaplatten darstellend. In viel mehr Fällen finden sich solche zahlreiche Randplatten

nicht. Turritella triplicata hat noch neun Platten in jeder Querreihe, die weitaus meisten Bandzüngler, Taenioglossa, und die übrigen Familien der Pulmonata operculata haben sieben; unter jenen sinken die sparsamen Marseniaden auf drei. Dies ist die gewöhnliche Zahl der Rhachiglossa im weiteren Sinne; darunter haben die Hamiglossa J. E. Gray's die seitlichen ausklappbar, die Odontoglossa desselben nicht, während bei dessen Rhachiglossa, im engeren Sinne diese äusseren fehlen und nur ein meist gezähnter, breiter Mittelzahn bleibt, Volutiden, und bei den Gymnoglossa, vorzüglich Cancellariden und Pyramidelliden, die Zähne ganz fehlen.

Fig. 129.



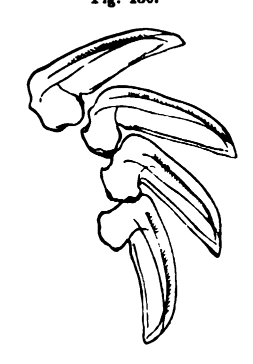
Drei Querreihen aus der Radula der Klinkhornschnecke, Buccinum undatum Linné, einer Rhachiglosse, von Helgoland, etwa 20mal vergrössert.

Viele Pulmonata operculata führen von den Rhipidoglossa über, indem ihr äusserster Zahn so tief gekerbt ist, dass er aus der Verschmelzung vieler hakenförmiger Stücke entstanden zu sein scheint.

Während so Uebergänge rhipidoglosser und taenioglosser Charaktere bei den luftathmenden Schnecken vorhanden sind, fehlen sie für die Kiemenschnecken, oder sind doch lange nicht so deutlich. Freilich führt uns dieser Gedankengang dahin, im Allgemeinen eine Vergleichbarkeit zu erkennen zwischen den einzelnen gekerbten oder kammförmigen Zähnen einerseits und einer Vielheit kleiner neben einander stehender andererseits. Das ist insofern auch entwicklungsgeschichtlich zutreffend, als jeder mehrspitzige Zahn zunächst diese Spitzen bildet, also viele Zähne darstellt und jene erst später verbindet.

Aber auch unter den niederen, den opisthobranchen oder, wie ich vorgeschlagen habe, prosokardischen Schnecken kann die Beschränkung der Zähne auf eine Längsreihe stattfinden und es entwickelt sich das nicht allein bei sonst unter einander ähnlichen Aeolidiern aus der Mehrreihigkeit, sondern auch in anderen Gruppen. Noch mehr als die Siebenzahl der Zähne für jede Reihe die Taenioglossa mit den meisten Pulmonata operculata, den Heteropoda, den Cephalopoda verbindet, nähern Einreihigkeit und dabei grösste Uebereinstimmung der Gestalt der Zähne die Gattungen Pontolimax, Elysia Risso, Lophocercus, Lobiger, welche doch für Athmungswerkzeuge und Schale im höchsten Grade verschieden sind, so sehr, dass ich dieselben unter den Ordnungsnamen der Monostichoglossen zusammenzufassen vorgeschlagen habe.

Fig. 130.



Ein Stück der Radula von Lophocercus Sieboldii Krohn aus Palma de Mallorka, einer Monostichoglosse, im Profil dargestellt und etwa 80mal vergrössert.

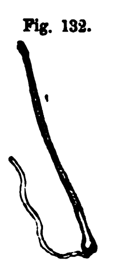
Eine andere Modifikation ist der Mangel einer Mittelplatte bei vorhandener bilateraler Gruppirung. Es giebt dafür zunächst zwei auffällige Weisen.

Fig. 131.



Ein Stückchen von der Hakenbekleidung der Zungenwülste der kleinen Blauschnecke, Janthina exigua Lamarck, varietas maxima, einer Ptenoglosse aus dem atlantischen Ozean, etwa 50mal vergrössert.

Fig. 132.



Ein einzelner Zahn aus der Radula von Conus tulipa Linné, von der afrikanischen Küste, einer Toxoglosse, etwa 8mal vergrössert, nebst einem Stückchen des Fadens.

Fig. 133.



Drei Zahnpaare aus der Radula von Pleurotoma oxytropis Sowerby von Mazatlan, etwa 200mal vergrössert.

Die eine ist die der Ptenoglossa, Flügelzüngler, mit den Janthiniden, Blauschnecken, Scalariden, Wendeltreppen, Solariden, Fernrohrschnecken, bei welchen die die Zunge tragenden weiter zu schildernden Knorpelstücke jederseits mit einer grossen Zahl krallenförmiger Platten überdeckt sind, so dass eine Anordnung nach Querreihen nicht deutlich ist und man jede Seite mit einem federbesetzten Flügel vergleichen kann.

Die andere ist die der Toxoglossa, Pfeilzüngler, mit den Conoidae, Kegelschnecken, Terebridae, Bohrerschnecken, und den Pleurotomidae, Schnecken mit gekerbter Schalenlippe. Bei diesen ist die Zunge durch nur zwei Längsreihen spitzer Haken vertreten, von welchen ein jeder durch eine Rinne oder durch Auslaufen gegen die Wurzel in zwei Schenkel besonders geeignet ist, Speichelflüssigkeit in die von ihm gestochene Wunde einfliessen zu lassen. Am stärksten bei den Kegelschnecken ist ein abgesetzter Basaltheil fadig verlängert und biegsam, so dass bei raschem Vorstossen der Zunge die Haken wie geschleudert werden, worauf sie mit den einseitigen Pfeilwiderhaken und einer grossen Zahl nachfolgender kleinerer Sägezähne an der Beute haften und der Faden leicht abreisst. Dieser gänzliche Defekt des Mittelzahns wird eingeleitet durch dessen Verkümmerung bei den Clavatulen und Clionellen, während bei den Terebriden einige Formen theils auch die Seitenplatten zur Verkümmerung zu bringen scheinen, theils sich mehr den Rhipidoglossen nähern.

Aber auch bei den Napfschnecken, Patelliden, und den nahe verwandten Tecturiden entbehrt die Zunge, wenn auch nicht vollkommen, symmetrischer Plattenanordnung sowie des Mittelzahns. Zugleich sind bei den Patelliden die Zähne der metamerisch gleichmässig sich wiederholenden Abschnitte der Radula nicht so geordnet, d...

sie bequem auf eine einfache grade oder gebogene Reihe bezogen werden können, sondern es treten beispielsweise bei der hier abgebildeten Form zwei der grösseren beweglich auf Platten aufstehenden, in sich wieder zweitheiligen Haken aus der Reihe der übrigen heraus, so dass man, wenn man will, zwei alternirende Formen von Zahnreihen annehmen kann.

Fig. 134.



Drei kombinirte Zahnreihen aus der Radula von Patella vulgata Linné von Cette, etwa 60mal vergrössert.

In jeder Radula, wie sie sonst beschaffen sein möge, sind die der Mundöffnung näher liegenden Plattenreihen die früher gebildeten, die älteren, die am jüngeren Thiere entstandenen. Das ist zuweilen sehr deutlich durch geringere Breite der ganzen Radula wegen geringerer Grösse der einzelnen Stücke oder auch bei grossen Zahlen der Haken oder Platten, dieses aber seltener, durch eine geringere Menge. Die vorderen Reihen sind häufig verschlissen, abgestumpft, ausgebrochen. Indem die Radula sich vorn umbiegt und diese Umbiegungsfalte auch allmählich grösser wird, können mehr und mehr Platten auf die Unterseite dieser Falte und damit ausser Gebrauch kommen. Hinten liegen junge unfertige Stücke; die in der Mitte gelegenen sind im Gebrauche.

Das hintere Ende der Radula steckt in einer Scheide, der Zungenscheide, welche unter dem Eingang zum Oesophagus dem Grunde der Mundhöhle aufsitzt. Die Länge der Scheide ist im Allgemeinen der der Radula, abgerechnet den frei in der Mundhöhle liegenden Theil, entsprechend, doch sind die hinteren unfertigen Elemente der Radula oft in der Scheide unregelmässiger gewunden oder zu einem Knäuel gerollt, dieses selbstredend sammt der ihnen unterliegenden, sie bildenden, Chitin erzeugenden Haut. Auch kann die Radula entsprechend früherer Entwicklung der Seitentheile am Hinterende in zwei Zapfen oder Hörner auslaufen.

Auch der Oberrand der Mundöffnung kann durch härtere Chitinstücke verstärkt werden, welche jedenfalls dem Severino bei der Weinbergschnecke bekannt waren und früh den Namen von Kiefern erhalten haben. Man kann füglich mit Troschel betreffs solcher von denjenigen Formen Ausgang nehmen, welche eine grössere Zahl wenig bedeutender Chitinschüppchen frei neben einander zeigen. Daraus können sich deutlich nach Reihen mosaikartig geordnete Zusammenstellungen, auch solche sparsamerer grösserer Platten und dann Verschmelzungen entwickeln, aus welchen entweder einfache Oberkiefer, so bei den Heliziden starke, am Rande wellig

gezähnte Platten, oder in zwei seitliche Hälften getheilte, oder ein medianer und zwei seitliche hervorgehen können. Auf der anderen Seite können die Chitingebilde an dem oberen Rande der Mundhöhle auch ganz fehlen und thun das besonders bei Rüsselträgern. Im Ganzen gewähren diese Gebilde weder durch die zierlich bestimmten Formen, noch bis dahin durch die Verwendbarkeit für die Eintheilung das gleiche Interesse wie die Radula.

Milne Edwards hat in seinen Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée eine Bemerkung von Moquin Tandon aufgenommen. nach welcher Neritina fluviatilis einen Unterkiefer ganz wie den Oberkiefer hätte, bestehend aus einer halbhornigen, gebogenen, bräunlichen Platte, mit sechs oder sieben vertikalen Rippen und Randzähnchen. Ich finde die Ränder des Mundes dieser Schnecke, welcher unter einer rundlich gezackten schnauzenförmigen Oberlippe etwas konisch vorspringt, überhaupt nicht mit Kiefern, sondern nur mit Haufen bräunlichen und tintenfarbigen Pigmentes eingefasst.

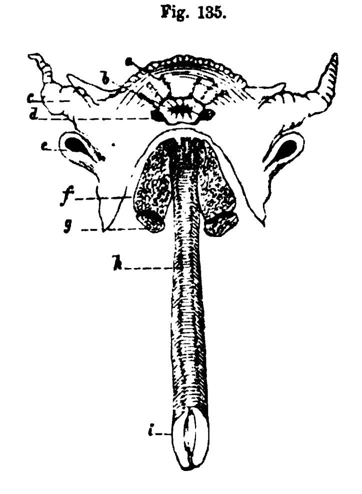
Die Bewegungen der Radula hängen ab von denen des Bodens der Mundhöhle. In der Regel, aber nicht überall, wie Troschel angiebt, beispielsweise nicht bei Lophocercus, und bei mehreren durch Verflechtung von muskulösen Elementen mit knorpligen oder bindegewebigen weniger deutlich, bekommen die Muskeln eine besondere Stütze vor der Zungenscheide durch die Zungenknorpel, welche symmetrisch gelagert und dabei häufig jederseits aus einem konischen oder hakigen Spitzentheil und einer scheibenförmigen Basis zusammengesetzt sind. Die Muskeln, vom Hautschlauche an die Knorpel tretend, zwischen diesen querüber und zwischen den Theilen jeder Seite sich bewegend, geben letzteren die verschiedensten Stellungen im Ganzen und zu einander und führen dadurch die zwischen den Spitzen laufende Radula sowohl vor und zurück, als sie dieselbe schärfer zusammenlegen oder breiter entfalten können. Dabei folgen die freien Spitzen der Platten den Spannungen durch ihre basalen Anwachsungen. Auch wirkt die Muskulatur der ganzen Mundmasse, der Lippen, des Rüssels mit.

So können Schnecken mit ihren Zungen theils winzige Algen von Oberflächen, selbst von der des Wassers ablecken und in ihren Mund sammeln. theils Blattgewebe ausnagen, theils mit scharfem Griffe Beute fassen.

Die Zungenknorpel haben eine besondere Bedeutung, indem man vielleicht nach histiologischer Beschaffenheit, nämlich Zusammensetzung aus grossen, hellen, zähen, gekernten Zellen, ähnlich denen des hyalinen Knorpels der Wirbelthiere und sparsamer homogener, glasheller Zwischensubstanz, sowie nach Lage und Verwendung in ihnen etwas sehen darf. vergleichbar den knorpligen Viszeralbögen, namentlich den Zungenbeinhörnern der Wirbelthiere.

Bei Neritina fluviatilis finden sich ausser den vier Zungenknorpeln noch zwei kleine ovale Knorpel an den Ecken der Unterlippe und können den Unterkiefern der Wirbelthiere verglichen werden. Ich habe schon früher an der Muskulatur dieser Stelle für Trochus den Nachweis der Querstreifung im frischen Zustande möglich gefunden, ausserordentlich deutlich aber ist die Muskelquerstreifung am Munde dieser Neritina fluviatilis und ganz besonders in den Muskeln, welche sich an jene Lippenknorpel ansetzen.

Fig. 135.



Der Mund und die benachbarten Theile von Neritina fluviatilis Linné aus dem Neckar, etwa 10mal vergrössert.

a. Schnautze. b. Mund. c. Fühler. d. Lippenknorpel. e. Augenstiele. f. Kegelförmige Zungenknorpel. g. Scheibenförmige Zungenknorpel. h. Radula. i. Deren unreifes, gegabelt erscheinendes Ende.

In die Mundhöhle mündet neben der Zungenscheide ein Paar Speicheldrüsen, welche einfache Schläuche oder auch zusammengesetzt, traubig oder lappig, sein können, und meist weit zurückreichen, bei der Weinbergschnecke so weit, dass sie den Magen mit ihrem zarten weissen Gewebe überspinnen. Janthina hat noch ein zweites Paar, welches am Rüsselvorderrand mündet, so Actaeon ein zweites an dem Lippenrande. Bei Conus wäre nach verschiedenen Autoren die Speicheldrüse einfach. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen wimpern. Das Sekret wird meistens die Pflanzennahrung verdauen helfen, aber zuweilen, so bei Conus, muss man ihm wohl eine giftige Wirkung zuschreiben. Vielleicht hilft es auch denjenigen Schnecken, welche die Schalen anderer anbohren, um die weichen Theile heraus zu fressen.

Die Speiseröhre der Schnecken ist, wenn sie einen Rüssel haben, dem entsprechend lang und in der Rüsseleinziehung gekrümmt, sie bildet zuweilen eine kropfartige Erweiterung und geht in den Magen über, welcher durch eine Einschnürung in zwei Abtheilungen getheilt sein kann. Die Hartgebilde können sich in diese Theile fortsetzen und erscheinen namentlich im Magen der Aplysien und Bulläen in Form von leicht abfallenden, Pflastersteinen ähnlichen oder hakigen Stücken.

H. Milne Edwards sah 1840 bei Calliopea Rissoi die Besetzung des Magens mit verästelten blinden Kanälen, welche in den Kopf und in die Rückenkiemen eintreten, und verglich diese mit dem Gastrovaskularapparat der Quallen. Quatrefages schlug für diese, den Aeolidiern und ihren Verwandten überhaupt zukommende Einrichtung den Namen Phleben-

terismus vor, weil die Eingeweidehöhle, wie sonst Blutgefässe, ihren Inhalt der Athmung aussetzt. Diese Anhänge fungiren dann zugleich als Leber, aber in der That tritt Mageninhalt in sie ein. Sie wimpern wie die Magenfläche selbst.

Die Leber kann auch durch die Wände einfacherer Sackanhänge des Magens vertreten sein, in der Regel aber, so bei den Prosobranchen und Pulmonaten, macht sie sich vom eigentlichen Magen frei, liegt den Windungen des Darmes dicht an und sendet ihre Galle vermittelst grösserer Stämme in dessen Anfang. Sie gleicht dann in Gefüge und Farbe sehr der Leber der Wirbelthiere.

Der Darm kann grade und in geringer Länge nach hinten ziehen oder auch trotz einiger Windungen zur Mittellinie zurück und zum Hinterende gelangen. So liegt der After bei einigen niederen Schnecken, Chitonen, Onchidien ganz hinten, bei den Aeolidiern steigt er in der Regel mehr auf den Rücken und bei den Doriden liegt er in einer umwallten, zugleich den Kiemenstern bergenden Grube des Hinterrückens. Aber schon bei vielen niederen, Abranchiern und Opisthobranchiern, und überall bei den höheren tritt die Asymmetrie vorzüglich in einseitiger Lage des Afters hervor und es kombinirt sich das gewöhnlich mit der Vorschiebung der Athemorgane, wenn solche vorhanden sind, in einer Seite oder auf dem Rücken, so dass der After bei rechtsgewundenen Schnecken an der rechten Nackenseite neben der Athemhöhle liegt oder selbst in die Athemkammer vorspringt, aus welcher dann bei den Haliotiden der Mantelschlitz und die Schalenlöcher ebensogut Exkremente und das verbrauchte Athemwasser abführen, wie sie frisches Wasser zuführen.

Bei Schnecken mit gewundenen Gehäusen steigt der Darm mit einer Schlinge im Gehäuse auf und füllt sammt Leber und vorzüglich der produzirenden Drüse des Geschlechtsapparats die Spitze des Gewindes. Bei Pflanzenfressern vermannigfaltigen sich wohl diese Schlingen und Patella hat einen besonders langen, vielfach gewundenen und verschlungenen Darm. Die Ueberzüge des vegetativen Apparates durch das sekundär animale Blatt pflegen bei den beschalten sehr dünn zu sein, indem die mesodermale Muskelentwicklung der Umhüllung auf den meist einseitigen Rückziehmuskel sich beschränkt.

Meistens ist durch Längsfalten und festere Wände ein Mastdarm zu unterscheiden, zuweilen mit einer Analdrüse versehen, welche von Lacaze Duthiers bei Purpurschnecken entdeckt wurde, deren Funktion jedoch unbekannt ist.

Die Dentaliden haben einen rudimentären Kiefer und eine Radula mit fünf Platten in jeder Querreihe.

Dass die Heteropoden sieben Platten in jeder Reihe haben, wurde erwähnt; des Kiefers entbehren sie; sie sind pelagisch schwimmende, aus-

gezeichnete Räuber und werfen ihren etwas steifen Rüssel doch mit grosser Schnelligkeit nach verschiedenen Richtungen. Der im Eingeweidesack, Nucleus, liegende Darmantheil ist im Verhältniss zum animalen Apparat bei ihnen wenig entwickelt. Man nimmt an, dass der Fadenanhang am Hinterende der echten Firoliden als Köder andere Thierchen anlocke, welche dann von den scharfen aus dem herumgeworfenen Rüssel vortretenden Seitenkrallen erfasst werden.

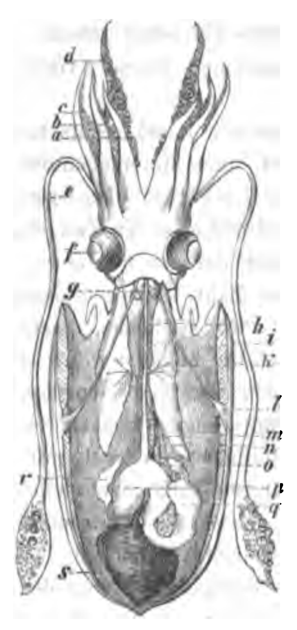
Bei den Pteropoden sind die Kiefer in der Regel rechts und links symmetrisch, jeder aus einigen, drei, vier, fünf, quer hinter einander geordneten, glattrandigen oder gesägten Plättchen oder Streifchen zusammengesetzt, welche einen periodischen, aber früh abschliessenden Zuwachs anzudeuten scheinen. Bei Cliopsis besteht der Kiefer dagegen aus einem medianen und zwei seitlichen Haufen einer grossen Zahl kleiner Spitzen. Bei Clio endlich fehlt ein medianer Haufen, statt der seitlichen erscheint ein Bündel oder eine Reihe hakiger langer Dornen, die äussersten am längsten, nach innen regelmässig abnehmend und getragen von einer vorstreckbaren Papille. Da Pneumodermon ausser den ebenfalls jenen Organen vergleichbaren, umdrehbaren Hakensäcken neben der Radula noch zwei, mit je vier Häkchen versehene, gewölbte Kieferplatten hat, so kann man vielleicht die Einrichtungen bei Clio den retraktilen Schläuchen des Pneumodermon ebenso gut als den mehr vorn gelegenen Kiefern desselben vergleichen.

Die Speicheldrüsen verkümmern bei den beschalten Pteropoden, aber bei den nackten sind sie deutlich und ihr Ausführungsgang wimpert. Die Speiseröhre ist bei Tiedemannia, deren Mund von einem Rüssel getragen wird, verlängert. Bei solchen, deren Radula weniger entwickelt ist, namentlich grade bei Tiedemannia, bei welcher Troschel trotz sehr eingehender Untersuchung eine solche überhaupt nicht finden konnte, ist eine vordere Magenabtheilung, Kropf Anderer, durch Chitinproduktion in Form von gezähnten Leisten auf vier oder fünf Magenlängsfalten bewaffnet und im Stande das Kaugeschäft zu vervollständigen. Der Darm krümmt sich nach dem Bauche und geht dann nach vorn, um mit dem After in der einen oder der anderen Seite innerhalb der Mantelhöhle oder auf der mantellosen, nackten Haut zu münden. Das Darmepithel wimpert vom After gegen den Magen hin, so dass wohl Wassermengen auf diese Weise in den Darm geführt, aber nicht die Exkrete für sich dadurch befördert werden können. Dazu ist vielmehr die Muskelarbeit unerlässlich. Auch der Gallengang, welcher das Sekret der bedeutenden lappigen Leber unter dem Magen in den Darm führt, wimpert.

Bei den Cephalopoden, Kraken, ist der den Kopf in sekundär radiärer, aus symmetrisch metamerischer hervorgegangener, Anordnung umstellende Kranz von Armen zwar auch im Uebrigen der Bewegung, doch überall ganz vorzüglich dem Ergreifen der Beute, dem sich Festhängen an

solche gewidmet. Während einfache Saugnäpfe, Cupulae, Acetabula, an diesen Armen, fleischig bei den Oktopoden, oder mit ungezähnten Ringen bei den Sepiolen, noch ganz tauglich für gewöhnliche Ortsbewegung sind, erscheinen die mit gezähnten Chitinringen versehenen der Sepien, Rossien und mehr der Loligo, Calmare, sowie die Umwandlung solcher mehrfach gezähnter Ringe zu Haken bei den Oigopsiden viel ausschliesslicher im Dienste der Nahrungsbewältigung zu stehen. Dem den Dekapoden überhaupt zukommenden, zwischen dem dritten und vierten eingeschobenen, fünften Armpaar, welches nur an der, Myrtenblatt ähnlich verbreiterten, Spitze mit solchen Hafteinrichtungen versehen, in Taschen retraktil ist und rasch auf rundem Stiele vorgeworfen wird, kann überhaupt nur diese Verwendung zugeschrieben werden. Seine Näpfe zeigen übrigens im Einzelfalle die gleichen Einrichtungen wie die der vier sessilen Arme. Sind andererseits die Arme weit hinauf durch die Interbrachialhaut verbunden oder einige von ihnen häutig, segelartig verbreitert, so dienen sie mehr der Ortsbewegung, dem Balanciren im Schwimmen durch Rückstoss oder halten im obersten Paare bei Argonauta die Schale, deren zackigen, gekrönten Kanten dann die Näpfe sich anlehnen. Auch auf den Grund des von den Armen umfassten Trichters können die Näpfe hinabsteigen und eine im Krater um den Mund sich wieder erhebende Mundhaut besetzen. So ist das Ganze dieses Trichters von höchst muskulösen und allerseits biegsamen Armen sehr geeignet auch eine grössere Beute, einen Fisch, einen Krebs gegen den Mund anzudrücken, um so kräftiger, als der Kopf durch seine Knorpelkapsel und die Kiefer einen guten Widerstand leistet. Es ist ein prächtiger Anblick, wenn ein grosser Octopus eine Beute mit den rund gebogenen Armen wie mit Elephantenrüsseln umgreift. Zuletzt folgt um den

Fig. 136.



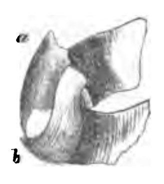
Tintenfisch, Sepia officinalis Linné, aus Palma de Mallorka, in halber natürlicher Grösse, nach Wegnahme der Rückendecke sammt der Schulpe zur Demonstration der Eingeweidehöhle.

a, b, c, d. Arme des ersten bis vierten Paares nach der Reihenfolge. e. Retraktiler Arm. f. Auge. g. Speicheldrüse. h. Speiseröhre. i. Vordere Aorta. k. Leber. l. Ganglion des Flossensaumes. m. Mastdarm. n. Tintengang, mit dem Mastdarm nach vorn ziehend. o. Pancreas. p. Muskelmagen. q. Magenblindsack, dahinter der Darm eine Schlinge bildend. r. Herz. s. Tintensack. Die Geschlechtsorgane sind nicht berücksichtigt; die Geschlechtsdrüse würde dem Tintensacke aufliegen müssen.

Mund eine fein gefranzte Lippenhaut, welche wohl durch Tastempfindung leitet und die kleineren Bissen in richtige Lage bringt.

Der innere Mundrand der Cephalopoden ist mit einem weiteren, etwas mehr vorstehenden Unterkiefer und einem von diesem umfassten Oberkiefer ausgerüstet. Beide sind scharf hakig und, weil die Umfassung durch den Unterkiefer der bei den Vögeln entgegengesetzt ist, einem umgekehrten Papageischnabel verglichen worden. Sie sind eine Chitinabsonderung, aber bei Nautilus sehr stark kalkhaltig. Die Mundränder mit ihren Schneiden und Spitzen deckend, greifen sie auf die Aussenfläche der Mundmasse mit einer kürzeren und breiteren Platte, auf die Innenfläche mit einer längeren und schmaleren über, wie ein Hornschnabel über die Flächen der Kieferknochen. In der Ausbuchtung zwischen den Platten finden neben der absondernden Haut auch die bewegenden Muskeln Aufnahme und Ansatz.

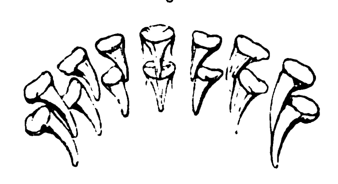
Fig. 137.



Schnabel des Kalmar, Loligo todarus delle Chiaje, aus Nizza, in natürlicher Grösse.
a. Oberschnabel. b. Der umfassende Unterschnabel.

In der Mundhöhle entwickelt sich vor und unter dem Vorderende der Radula der Boden zu einer konischen, mit flimmernden Papillen besetzten Erhebung, in welcher man ein Geschmacksorgan gegeben glaubt. Die Radula hat sehr allgemein sieben Platten, von welchen die mittlere eine nach hinten gerichtete Spitze trägt, die seitlichen hakig sind. Doch steigt durch allerdings zahnlose weitere Seitenplatten bei einigen Dekapoden die Zahl auf neun und bei Nautilus auf dreizehn, indem die äusseren Haken jederseits solche zahnlose oder Hülfsplatten bekommen und durch Auflösung einer sonst vorkommenden, dreispitzigen Mittelplatte drei Platten entstehen. Den äusseren unter diesen aber sind dann die zwar sonst auch kleineren Haken der innersten Reihe sehr ähnlich, während die äusseren Haken sehr gestreckt sind, so dass das Gesammtbild erheblich verändert erscheint. Sehr gleichartig sind die sieben Haken jeder Querreihe bei Sepia officinalis, die äusseren etwas grösser und gebogener. Letztere Eigenschaft tritt bei der Profilansicht hervor. Wir geben eine Abbildung, weil die aus Troschel von Keferstein in Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs übernommene Darstellung nicht ganz gut ist und die Sepiazunge rudimentärer in ihren Elementen erscheinen lässt, als sie ist. Nachdem die Aussenfläche der die Radula tragenden und sich zu deren Scheide nach hinten in sich einstülpenden Papille, von einer glatten Chitinhaut, dem Radularhofe, überkleidet, sich herabgesenkt hat, steigen

Fig. 138.



Zwei Querreihen der Radula von Sepia officinalis Linné, etwa 40mal vergrössert.

seitlich wieder Wülste auf und ziehen nach hinten, wo sie sich gegen einander legen und eine Rinne bilden, welche schliesslich in die Speiseröhre übergeht. Im vorderen Theile der Rinne sind die Wülste beiderseits wieder mit einer grossen Zahl von nach hinten gerichteten Chitinhaken bedeckt, welche etwas kleiner als die äusseren der Radula und glashell, ihnen im Uebrigen ziemlich gleich in gebogener Gestalt sind. Diese Haken können mit blossem Auge wahrgenommen werden, an der frischen wie an der getrockneten Mundhaut. Vollkommene Zungenknorpel scheinen die Cephalopoden nicht zu besitzen: die fast kuglige Mundmasse wird in der Hauptsache von Muskeln gebildet und stützt sich hinten im Ganzen auf den Kopfknorpel. Jedoch hat wenigstens Sepia officinalis rechts und links neben der Zungenscheide ein Stäbchen von knorpligem Ansehen, welches mit dem der anderen Seite unter dem vorderen Theil der Radula durch eine Muskelquerbrücke und Bindegewebe verbunden ist. Histiologisch bestehen diese Stäbchen aus meist ovalen, zuweilen etwas verästelten, ziemlich weit von einander entfernten, granulirten Plastiden, zwischen welchen die Zwischensubstanz vielfach faserig gegliedert ist. Trotz des bläulichen Ansehens und der grösseren Solidität gehört dieses Gewebe eher zu den Bindesubstanzen als zum Faserknorpel.

Speicheldrüsen fehlen dem Nautilus, sie liegen bei den Sepien und einigen anderen Dekapoden in nur einem Paare hinter dem Kopfknorpel neben der Speiseröhre und sind bei anderen Dekapoden und Oktopoden in einem zweiten vor dem Kopfknorpel gelegenen vorhanden. Die Mündungen der Ausführungsgänge gehen stets vor dem Kopfknorpel in die Speiseröhre.

Bei den Oktopoden erweitert sich die Speiseröhre zu einem Kropfe, am meisten bei Eledone. Es folgt ein sehr muskulöser, flach rundlicher Magen, welcher auf der Fläche bei Nautilus und den Oktopoden durch sehnige Zentren und durch eine harte innere Auskleidung den Muskeln einen festen Widerhalt und eine Reibeplatte bietet, so dass er Krebsschalenstücke und dergleichen zu zertrümmern vermag.

Der Ausgang dieses Magens, Pylorus, liegt dem Eingang, Cardia, genähert, indem die Muskelmasse sich mehr einseitig entwickelt und wie bei den Wirbelthieren eine grosse und eine kleine Krümmung gebildet werden. Man hat einen anhängenden nach links gewandten, blinden, auch spiralig gewundenen Sack bald als Chylusmagen dem Muskelmagen entgegengesetzt, bald als Blindsack, Coecum, dem Darm zugerechnet. Der letztere biegt dann wieder nach rechts zurück, bildet gegen das Herz und den Tintenbeutel hin und ventral vom Muskelmagen eine unbedeutende Biegung oder eine deutliche Schlinge, bei Nautilus selbst zwei Schlingen und läuft dann in ziemlicher Weite, von dem Ausführungsgang des Tintensackes, soweit dieser vorkommt, begleitet und sich wohl auch mit diesem im After verbindend, an die Bauchwand, wo er in der Athemkammer, in der Regel durch vorragende Läppchen geschützt, in der Mittellinie ausmündet.

Die Leber, ein grosses braunes Organ, rückt bei den Sepien in der Leibeshöhle sehr nach vorn und theilt sich in zwei spindelförmige Lappen neben der Speiseröhre; sie kann auch einen mittleren Lappen ausbilden und zerfällt bei Nautilus in vier Haupttheile. Der aus den Zweigen der einzelnen Läppchen sich zusammensetzende Gallengang mündet aber immer in den Blindsack und das könnte bei der sonst so grossen Aehnlichkeit der Einrichtungen mit denen der Wirbelthiere als ein Grund gelten, letzteren dem Darme zuzuzählen. Als Pancreas sind ohne eine Begründung aus der Natur ihres Sekretes traubige, durch das weissliche Aussehen sofort von der Leber unterschiedene Drüsenmassen verstanden worden, welche bei den Sepien von der Leber herab mit den Gallengängen in beträchtlicher Ausdehnung zum Magen ziehen und, in die Spirale des Blindsackes eindringend, diesen beidseitig umfassen. Bei anderen sind diese Drüsen geringer und auf die Stelle des Austritts der Gallengänge aus der Leber beschränkt. Wie die Art der Ernährung mit den verschiedenen Arten von zur Verdauung dienenden Sekreten in Beziehung stehe, weiss man nicht. Im Ganzen wird man den rasch schwimmenden, eine geringere Länge und Weite des Darmes besitzenden, mehr verbrauchenden, aber auch leichter und Besseres erwerbenden Dekapoden eine energischere Verdauung der thierischen Nahrung zutrauen müssen und damit möglicher Weise deren grosses Pancreas in Verbindung bringen dürfen. Man findet bis in den Mastdarm Krebsschalen und Fischschuppen. Die Ablösung der Eingeweide vom Hautschlauch ist sehr vollständig, das Coelom bildet weite Höhlen.

Wir haben die Klasse der Brachiopoda oder Palliobranchia an das Ende der Mollusken verwiesen, keineswegs, weil sie die höchst organisirten wären, sondern um zu betonen, dass ihre Verwandtschaft mit einer oder der anderen besprochene Klasse keine besonders nahe ist. Doch ist weder aus den gewimperten, ein wenig geringelten, auf dem vorderen Lappen Augenflecke und einen Wimperschopf tragenden Larven eine Stellung bei den Würmern, noch aus den Armen im Vergleiche zu den Nahrung zubringenden Füssen sessiler Krebse oder den Eier tragenden anderer eine Verwandtschaft zu höheren, mehr differenzirten gegliederten Thieren deutlich, indem für solche nach den beiden Seiten hin sonst nichts spricht.

Für die Beschreibung lehnt man sich am leichtesten an die Lamellibranchier an, aber einige Autoren haben theils im Vergleiche der Arme mit dem Hufeisententakelkranze der Bryozoen, theils wegen der Lage der Theile im Ganzen zu der dem Bryozoengehäuse und seinem Deckel verglichenen Doppelschale die Zutheilung zu den Molluskoiden vorgezogen. Alle diese Zusammenstellungen haben ihr Missliches. Die Anatomie ist gegenüber den älteren Untersuchungen von Cuvier und denen von Owen vorzüglich durch Huxley, Hancock und Lacaze Duthiers bereichert und berichtigt worden.

Die Zusammenstellung mit den Lamellibranchiern haben die Brachiopoden zunächst den zwei Schalen zu verdanken. Die Schalen sind jedoch hier anzusehen als eine vordere und hintere dorsale, falls man den queren Spalt und die Stelle des Mundes als ventral, oder als eine obere und untere, falls man die Region des Mundes und Spaltes vorne nennt, nicht wie bei den Lamellibranchiern als lateral. Sie sind jede in sich symmetrisch; von einander, ausser bei den Linguliden, der Art verschieden, dass die eine flacher, die andere tiefer ist, wie letztere dann auch die flache am Schlossrande zu überragen pflegt. Die flache Schale trägt auf der inneren Fläche die eigenthümlichen Schalenfortsätze, welche die Arme gewöhnlich stützen und deckt die Lebergegend; die gewölbte trägt die Schlosszähne und auf ihr ruhen die Geschlechtsorgane; sie klebt an oder lässt durch einen Spalt oder ein rundes Loch in einer schnabelähnlichen Verlängerung über das Schloss hinaus einen anklebenden Theil des Thieres durch, wenn nicht die Anheftung durch einen zwischen den Schalen am Schlosse austretenden Stiel geschieht. Die flache Schale wird demnach als dorsale betrachtet, was aber nicht ausschliesst, dass die Thiere, indem sie unter überhängenden Steinen und Korallen angeheftet sind, sich umgekehrt halten, die dorsale Schale abwärts klappen. Es wird, weil im Spalte zwischen beiden klaffenden Schalen Mund und After erscheinen, die Beziehung beider Schalen auf die Rückenseite vielleicht nützlich sein; es wird jedoch das nicht den Vergleich mit cirripedischen Krebsen erleichtern, da bei einer solchen Bezeichnung (immer nach der Lage des etwaigen Afters hier der Hinterrücken, bei den cirripedischen Krebsen die Antennalgegend, also höchstens der Vorderrücken, wäre, welcher sich anheftet.

Indem Deckelschnecken den Deckel auf dem Hinterrücken, die Schale auf dem Vorderrücken tragen, ergiebt sich eher ein guter Vergleich mit diesen. Es wäre dann der dem Deckel entsprechende Theil bei den Brachiopoden angewachsen und der hauptsächlichere geworden. Wenn man weiter dem Deckel der Gastropoden den ebenfalls vom Hinterrücken des Fusses ausgeschiedenen Byssus der Lamellibranchier vergliche, welcher in der That schalenartig werden und sich anheften kann, so entsprächen die zwei Schalen der Lamellibranchier zusammen der oberen der Brachiopoden. Sie müssten dazu in der Mittellinie verschmolzen gedacht werden und es finden sich zum Beispiel bei den Myaziden so grosse löffelförmige Fortsätze am Schlossrande der beiden Schalen, dass sie wohl den Kalkarmen verglichen werden könnten. Sowie man aber diesem Vergleiche das Uebrige einzupassen versucht, stösst man auf grosse Schwierigkeiten.

Die vertiefte Schale mit einem Löchelchen im Ausgusse, wie für den Docht, gab diesen Thieren den Namen Lampades.

Unter den Schalen liegt ein sehr zarter Mantel, dessen Gestalt an Thieren mit flachen Schalen, wie Lingula, sehr leicht zu sehen, welcher aber

an Schalen mit Fortsätzen für die Arme wegen seiner Zartheit schwer und nach Hancock am besten nach Wegnahme der Schale mit Säure zu verfolgen ist. Der Mantel ist eine, gegen den Spalt zu freie Hautduplikatur mit innerem und äusserem Blatte, zwischen welche der Periviszeralraum, das Coelom, und in jedes von welchen die Bluträume eintreten, am Aussenrande oder innerhalb desselben oft mit steifen Borsten besetzt und er tritt, wenn die Schalen durchlöchert sind, mit zarten Fortsätzen in deren Poren oder verzweigte Kanäle ein, überall wimpernd. An den Seiten des Körpers treten die Mantellappen von oben und unten so weit zusammen, dass sie eine Rinne einsäumen. Der Borstenbesatz findet sich auch hier. Unter dem Schutze des Mantels bleibt ein Theil des Schalenraumes zunächst gegen den Spalt hin frei, aber fast zwei Drittel nehmen die Arme ein; dann sieht man die Leber, deutlicher dorsal, und die Geschlechtsorgane, deutlicher ventral, durchscheinen und an der Bauchseite das Ende des Darmes. Schon vor diesen Theilen und am Schlossrande zeigt sich der Muskelapparat, welcher hauptsächlich die Schalen zusammenklappt. So ist der Eingeweideraum an sich gering und durch die Zusammenklappung Bedeutung und Lage der Theile bei kleineren Arten schwieriger zu verstehen.

Vorzüglich der Speisezufuhr dienen die neben dem Munde angebrachten, der Klasse den Namen gebenden, Arme, welche niemals fehlen. Dieselben werden in der Regel getragen von einer besonderen Entwicklung an der dorsalen Schale, welche jedoch rudimentär sein kann und den meisten Disziniden, sowie den Linguliden ganz fehlt. Das Armkalkgerüst der dorsalen Schale besteht bei einigen, so den Thecidien aus sich in der inneren Fläche der Schale erhebenden, in Bogen vor- und rückwärts laufenden Lamellen, welche der Schale mit Ausnahme eines kleinen freien Bogens nahe dem Schlosswinkel gänzlich aufsitzen. In der Regel aber erheben sich zierliche freie Schenkel, Stäbe oder Blättchen vom Hinterrand der Schlossplatte der dorsalen Schale oder einer in ihrer Mitte nach vorn laufenden Dorsalleiste oder von beiden Stellen, senden wohl Seitenarme aus, oder verbinden sich in Form einfacher oder doppelter Schleifenbrücken an verschiedenen Stellen und nach verschiedenartigem Verlaufe. Es ist ohne Zweifel irrig, wenn Hancock diese Kalkgerüste als Absonderungen der inneren Mantelfläche ansieht; sie sind Bildungen in Einstülpungen der äusseren Fläche des dorsalen Mantellappens.

Diese Kalkgerüste stützen mit den vorderen schleifenförmigen Theilen, wenn sie solche besitzen, die Arme; bei den gänzlich untergegangenen Spiriferiden zeigen dieselben bis zu zwanzig Windungen.

Junge Terebratulinen entwickeln ihren Armapparat nach Morse aus einem Kranze von fünf bis sechs den Mund umstehenden Tentakeln, indem diese sich vermehren, die Spalte zwischen ihnen sich an den Seitenwinkeln zur Rinne auszieht und die Pole sich zu den Armen entwickeln, an welchen die, eine Rinne der konvexen Seite einfassenden, senkrecht aufstehenden,

langen wimpernden Cirren jenen Tentakeln entsprechen. Bei Argiope hat es überhaupt stets bei einer mit Cirren besetzten Mundscheibe sein Bewenden, bei den Terebratulinen und Verwandten sind die Arme zurückgebogen, bei Platidia schon Sförmig gekrümmt, bei Rhynchonella, und der des Schlosses entbehrenden Ordnung der Ecardines stark zu einer sich erhebenden Spirale gerollt.

Die Arme haben unter der, die Rinne stützenden, knorpelähnlichen Platte einen sie bis zur Spitze durchziehenden weiten Hohlraum, den Armkanal, welcher entweder an der Wurzel blind anfängt oder noch neben dem Mund in die Leibeshöhle hineinhängt und mehrere andere ab- und zuleitende Kanäle. In der Wimperrinne fliesst dem Munde von den beiden Seiten Nahrung zu. Die Wände sind mit zarten Muskeln versehen und senden solche gegen die Cirren hin, so dass diese für sich zusammengezogen werden können. Da die Flüssigkeit aus dem Armkanal nicht austreten kann, macht die Muskelkontraktion die Arme steif, und da die Cirren hohl sind, auch diese. Bei den Weibchen von Thecidium fand Lacaze Duthiers die beiden dem Munde zunächst stehenden Cirren vergrössert, an der Spitze keulenförmig angeschwollen und hier der Wimpern entbehrend. Vor der Spitze bildet sich ein Zellwulst und daran werden die Embryonen befestigt.

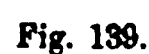


Fig. 139.



Entenschnabelmuschel, Lingula anatina Lamarck, von den Viti Inseln, in natürlicher Grösse, von der dorsalen Seite nach Wegnahme der Schale; die Theile durch den häutigen Mantel durchscheinend.
a. Der Mantel. b. Arm. c. Leber. d. Geschlechtsorgane. e. Stiel. * After.

Die Rinnen der Arme treten unter dem Schutze einer Oberlippe zum Munde zusammen, wobei nach der Darstellung von Lacaze Duthiers die Cirren von beiden Seiten her auf der Unterlippe zusammentreffen, während die Spitzen der Arme auf die Oberlippe sich stützen.

Das Speiserohr ist längsfaltig, fest und im Darm mit dicker Schleimhaut ausgekleidet. Der erweiterte Magen ist von grünlichen Leberschläuchen umstellt, welche jederseits in ein Paquet und in diesen beiden wieder zu einer vorderen und hinteren Gruppe geordnet sein können und sich in zwei oder vier Ausführungsgängen ergiessen. Der Darmkanal ist durch ein Mesenterium in der Leibeshöhle aufgehangen, welches am Magen Gastroparietalbänder, weiterhin Ileoparietalbänder bildet.

Der Darm biegt sich dann abwärts, endet bei Waldheimia, Terebratulina, Megerlea, Rhynchonella, Thecidium nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Huxley, Hancock, Lacaze Duthiers blind, theils spitz auslaufend,

theils, bei Rhynchonella, gebläht, während doch bei Lingula, nach stärkerer Entwicklung des Darmes, der After in der rechten Seite des Thieres zwischen den Mantelrändern deutlich geöffnet, zitzenförmig vorragt.

Infusorische Thiere und Pflanzen scheinen die einzige Nahrung der meisten Brachiopoden zu sein. Man findet in ihrem Darmrohr besonders Kieselpanzer von Diatomeen. Bei den schlosslosen, auf dem langen Stiele sehr beweglichen, einen After besitzenden Linguliden jedoch erkennt man eine viel grössere Verschiedenheit des Darminhaltes, Reste von Krebsen, Anneliden, Schwämmen und Pflanzen, und im Darme sammeln sich bei ihnen die Kothmassen in zahlreichen runden oder ovalen Ballen. Die Uebrigen werden die nicht verdaulichen Reste durch den Mund zurückbringen müssen. Milne Edwards, im Prinzipe nicht geneigt, die Afterlosigkeit zuzugeben, hält für möglich, dass das von den Autoren angegebene blinde Ende ein Blindsackanhang des Darmes sei, und nicht dessen Abschluss darstelle.

Wir kommen zum obersten Typus Cuvier's, den Wirbelthieren, Vertebrata, Spondylozoa.

Nachdem durch v. Bär die Chorda dorsalis als ein allen Wirbelthierembryonen zukommendes Element erkannt worden war, schienen die Schwierigkeiten weggeschafft, welche für den Zusammenhang des Typus daraus hervorgingen, dass das demselben Namen Gebende, die Wirbelsäule, sowohl nach Gliederung als nach histiologischer Beschaffenheit, keineswegs Allen gleichmässig zukomme, wie ja gewisse Fische, die Selachier, welche ein Knorpelskelet, nicht ein Skelet von Knochen haben, schon von Aristoteles unterschieden worden waren. Wirbelthiere waren jetzt Thiere, welche eine Chorda ausbilden, als erstes, vorübergehendes oder bleibendes, richtendes, Achsenskelet, und bei welchen die Gliederung des Leibes in Metameren und Antimeren Ausdruck findet, wie überall in der Anordnung der Muskeln und der bindegewebigen Dissepimente, so auch in den meist weiter zur Chorda zutretenden und dieselbe im Allgemeinen unterdrückenden, neuen Skelet bildenden Geweben, Knorpel, Kalkknorpel oder Knochen. Die Chorda hat in ihrem eigenen Gewebe keine bedeutsame Gliederung in Theilstücke, sie ist nicht metamerisch angelegt.

Dieses Band verstärkte sich, wie durch die oben betrachteten Gestaltungsregeln für die Anordnung der Theilstücke, besonders die dorsoventrale Symmetrie der animalen Sphäre bis in das Skelet hinein, so durch die vermeintlich in dieser Klasse allgemeine Aufnahme des Dotters vom Bauche aus.

1866 verglich Kowalevsky in seiner Entwicklungsgeschichte der einfachen Aszidien einen schon früher bekannten Strang grosser, gekernter, knorpelähnlicher Zellen in der Achse des Larvenschwanzes, welcher später verschwindet, ausdrücklich mit der Chorda der Wirbelthiere. Dieser Vergleich wurde von jenem Gelehrten selbst weiter gestützt durch den Nach-

weis identischer Entwicklung der Aszidie und des Amphioxus mit Invagination der Verdauungshöhle und, allerdings nicht unbestritten, erweitert durch die Mittheilungen von Ganin, nach welchen das embryonale Nervensystem der Aszidien in Entwicklung, Form, Struktur, Lagerung dem der Wirbelthiere im höchsten Grade ähnlich sei, ein wie die Chorda später rückgebildetes Medullarrohr, so dass die Chorda sich, wie bei Wirbelthieren, so bei Aszidienlarven zwischen dieses und die Verdauungshöhle einschiebe, und die von Kupffer, nach welchen bei den Aszidienlarven vom Rückenmark in regelmässigen Abständen Nerven entsprängen. Häckel hat der hierin liegenden Vergleichbarkeit Ausdruck dahin gegeben, dass die Mantelthiere von allen Wirbellosen die nächste Blutsverwandtschaft zu den Wirbelthieren besässen, und diese durch geschickte Diagramme dargestellt. Darwin sagt, jetzige Aszidien und Wirbelthiere gingen beide hervor aus Thieren einer frühen Periode, welche unseren jetzigen Aszidienlarven in vielen Beziehungen ähnlich waren. Wenn schon hierbei die Darstellung der Aszidien als von Seitenverwandten der Wirbelthiere aber nicht von Verwandten in der graden Linie des Stammes ausdrückt, dass in ihnen andere Eigenschaften erheblich abweichen, so hat Dohrn diese Verwandtschaft so verstanden, dass die Aszidien nicht von den Vorfahren der Wirbelthiere, sondern von diesen selbst in Degradation abstammten, die Wirbelthiere aber von den Würmern.

Dieser, so oder so auf die Chorda begründeten, Verwandtschaft gegenüber sind einige Untersuchungen nicht ohne Bedeutung, welche zeigen, dass die Chorda im Ganzen auch bei Wirbelthieren wenigstens sekundär erhebliche Verschiedenheiten bietet. Zunächst die von Gegenbaur, dass aus den peripherischen Zellen der Chorda selbst entweder nach Aussen eine faserige Scheide abgesondert, oder zwischen sie eine mächtige Zwischensubstanz abgelagert und so auf dem ersten Wege bei Ganoiden, Cyklostomen, Teleostiern unter der äusseren elastischen Scheide eine fibröse Hülle oder auf dem zweiten bei Selachiern, Holocephalen und Dipnoen eine Art derben Knorpelrohres gebildet werde. Ferner, wenn auch stark bestritten, die von Kossmann, nach welchen bei Amphioxus in noch höherem Grade der weit aus grösste Theil dessen, was man als Chorda angesehen hat, ein solchen inneren Scheiden vergleichbares fibrilläres in der Funktion als Achsenskelet an die Stelle der eigentlichen Chordasubstanz tretendes Gewebe sei, während diejenigen Elemente, welche gewöhnlichen Chordazellen gleichen, nur mühsam zu äusserst im dorsalen Theile des Stranges gefunden werden. Dadurch käme nebenbei die Scheibengliederung auch hier nicht der Chorda selbst, sondern dieser Scheide zu. Bei der Verschiedenheit der persistirenden Chorda der Wirbelthiere kann die Identifizirung derselben mit dem Strange im Schwanze der Aszidienlarven nicht in einiger Breite begründet werden. Die Anwesenheit uranfänglicher sich axon stellender einfacher Zellreihen für beide

Gruppen hat bei Weitem nicht die Tragweite, welche die vollkommene organische Identität haben würde.

In den Kiemen von Würmern sind Knorpelfäden nicht ganz selten. Aber es hat auch Kowalevsky selbst angegeben, dass im Bauchmarke der Oligochäten von Leydig entdeckte grössere, röhrige Fasern, welche aus dem mittleren Keimblatte stammen, vielleicht der Chorda zu vergleichen seien. Diese Fasern kommen gleichfalls in den ausführlichen Arbeiten über Würmer von Claparède vor. Während sie anfangs in der Achse des Bauchnervenstrangs zu liegen schienen, aber sich doch auch schon dann als ausser aller Verbindung mit den Ganglienzellen und nicht gleich Nerven sich in feine Fasern theilend darstellten, wurden sie allmählich und so auch bei denjenigen niederen Anneliden, bei welchen sie weiter vorkommen, nämlich einem Theil der Capitellen, Arenicola, hier paarweise, und Nerine, hier von einer Breite von 48 μ, damit der Hälfte der Breite der Nervenkommissuren, als zwar median, aber durchaus dorsal vom Nervensystem liegend verstanden. Sie kommen hierdurch in dieselbe Position zwischen Mark und Verdauungsrohr wie die Chorda der Wirbelthiere. Eine solche Faser erschien Claparède mit einer Flüssigkeit gefüllt, von nicht stärkerem Lichtbrechungsvermögen als das Seewasser, wie auch bei den Aszidien an Stelle des Chordastranges eine hohle Achse tritt.

Sollte dieses einfache oder mehrfache Rohr bei Würmern bestimmter einer Chorda sich gleichartig erweisen, so könnten solche insofern mit Vortheil um die Aehnlichkeit mit den Wirbelthieren konkurriren, als unter den mannigfachen Gestalten, welche bei ihnen das Bauchmark annehmen kann, also Verschmelzung von den Seiten oder Spaltung, mehr oder weniger grosse Anschwellung in Ganglienknoten, auch solche vorkommen, welche durch Bandgestalt ohne alle Anschwellungen am meisten an ein Rückenmark erinneren, wobei allerdings die symmetrische Spaltung bei den Würmern mehr primär, bei den Wirbelthieren mehr sekundär erscheint.

Dass die Wirbelthiere durch die Gliederung eine grössere Vergleichbarkeit mit den Würmern und mit den Arthropoden besitzen als mit den Aszidien, liegt auf der Hand. Die Gliederung folgt in der Entwicklung nach, jedoch nicht so, dass Alles gebildet wäre, bevor die Gliederung begänne. Dass ihr Werth an anderen Stellen durch grosse Uebereinstimmung gegliederter und ungegliederter Formen in der übrigen Organisation verringert wird, ist oben erörtert worden. Wenn so die erwachsenen Wirbelthiere dem gegliederten Wurme, die embryonalen der ungegliederten, Chorda tragenden, Aszidienlarve ähnlicher sind, so erscheint das verknüpft, wenn man die Aszidien zu den Würmern stellt. Dieses musste deshalb denjenigen, welche vor Allem die Stammbaumfrage im gegebenen Material lösen wollten, besonders bequem sein.

Die Vergleichbarkeit der Wirbelthiere mit den gegliederten Würmern hat einen sehr grossen Fortschritt gemacht durch den Fund von in zwei

Reihen sich metamerisch wiederholenden, trichterförmigen Einsenkungen aus der Peritonealhöhle zunächst bei Haifischembryonen, welchen C. Semper veröffentlicht hat, für welchen aber durch Dohrn und Ray Lankester eine Art von Priorität für Balfour in Anspruch genommen worden ist.

Von diesen Trichtern aus entwickelt sich die Einsenkung des Peritonealepithels zu gewundenen Schläuchen, welche mit ähnlichen aus dem Urnierengange hervorspriessenden sich verbinden. Der Urnierengang scheint ebenfalls aus einer Einsenkung vorn im Grunde der Peritonealhöhle entstanden, an welcher Stelle er auch offen ist. Seine einzelnen knäuelförmigen Kanäle verbinden sich jedesmal mit einem vorausgegangenen Trichterkanal. Die so zusammengesetzten mit Gefässen umsponnenen Organe entsprechen in hohem Grade, namentlich auch in der jedesmaligen Verbindung einander folgender Antheile von den zwei zusammenwirkenden Organen zu einer Einheit, den Segmentalorganen der Würmer, welche, in der Regel in der Peritonealhöhle der einzelnen Segmente jederseits entspringend, Knäuel oder Schleifen mit, im Einzelnen besonders gearteter, weiterer Entwicklung bilden. Nur mündet diese für jedes Segment gesondert, während die Urnierenkanäle der Haie sich zu einem Gange jederseits vereinigen.

Nimmt man an dritter Stelle die histiologisch und einigermaassen morphologisch gegebene Vergleichbarkeit der Knorpel höchster Mollusken, der Cephalophoren, mit den inneren Skeleten der Wirbelthiere, so sieht man, dass man für letzteren Typus nach verschiedenen Richtungen hin ausgezeichnete Vergleichspunkte hat, deren Gewicht gegen einander zu wägen kaum zulässig ist, und dass man sich nicht zu ausschliesslich von der Chorda der Aszidien bestimmen lassen darf, wenn man solche Vergleichspunkte zu Grundlagen von Stammbäumen machen will.

Wir zerfällen heute die Wirbelthiere bequem in fünf Klassen: Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säuger. Die Eigenschaften der Einzelnen stehen allerdings in Reihen, welche kontinuirlich gedacht werden können und zum Theil auch kontinuirlich sind. Mehr jedoch treffen heute Lücken in solchen Reihen glücklich so zusammen, dass die einzelnen Klassen für einen ziemlich grossen Complex von Merkmalen gut gesondert erscheinen. Höchstens für ganz wenige amphibische Fische bestehen Zweifel und nicht übereinstimmende Zutheilung. Unter den Merkmalen spielen solche mit, welche bei der Fossilisation nicht oder undeutlich erhalten bleiben und also zur Uebertragung des Systems der Lebenden auf die Fossilen kaum dienen können. Auch fehlen die positiven Beweise nicht, dass die Unterschiede in vergangenen Epochen nicht so lagen wie heute. Es giebt Fossile, um derentwillen wir die Klassenmerkmale erheblich weiter fassen oder gar die Klassengränzen verschieben.

Die genannten Klassen der Wirbelthiere können wir in zwei obere Abtheilungen vertheilen, die eine mit vollkommener Absonderung des Kreislaufs zu

die Lungen von dem des übrigen Körpers, darunter die Säuger, lebend gebärend, und die Vögel, Eier legend, die anderen mit Unvollkommenheiten für jene Absonderung, diese theils, gleich jener ersten Abtheilung, in der embryonalen Entwicklung ein Amnios und eine aus der Bauchhöhle herauswachsende Allantois, sowie epidermoidale Verdichtungen der Oberhaut, hier als Schuppen und Schilder, ausbildend, Reptilien, theils dieses alles nicht, oder doch, für das Letzte, nur in unbedeutenden Spuren, Amphibien und Fische. Bei der Ausbildung athmender Lungen mit abgezweigtem, für sich zum Herzen zurückkehrenden, Kreislauf auf Seite der Amphibien und der von Hautschuppen und Flossenstrahlen auf Seite der höheren Fische bleibt, wie angedeutet, ein kleines Gränzgebiet etwas zweifelhaft.

Bei den Wirbelthieren ist das Coelom im Allgemeinen sehr gut ausgebildet. Die den endodermalen, in der Hauptsache das Darmrohr darstellenden, Flächen gesellten, aus dem Mesoderm hervorgegangenen Antheile an Bindegewebe, Gefässen, Muskeln und die Nervenausbreitungen sind tief abgespalten von den entsprechenden Elementen am Ektoderm und theilweise spezifisch von diesen verschieden. Um so mehr ist es hervorzuheben, dass am Ganzen des Verdauungskanals das Ektoderm durch Einstülpungen, deren Grund erst später in das primäre Darmrohr durchbricht, einen nicht unwesentlichen Antheil hat. So entstehen die Mundhöhle und der letzte Theil des Afterdarms aus Einstülpungen von Aussen und die für die Verdauungsarbeit so wichtigen Speicheldrüsen wie die zuweilen kolossalen Afterdrüsen sind nicht nur aus dem Vergleiche des Endoderms und Ektoderms, sondern als direkt dem letzteren zuzuschreibende Entwicklungen den Hautdrüsen gleich zu erachten. Aus diesem Grunde werden wir auch die Grundlagen zur Betrachtung der in der Mundhöhle sich entwickelnden Zähne in den Gebilden der Haut zu suchen haben.

Wie Gliedmaassen in höchstens zwei Paaren, als von den Seiten der Wirbelsäule entspringende und vorn nicht selten an den Kopf oder auch an die Wirbelsäule, häufiger noch hinten im Becken sich an die Wirbelsäule anlehnende Theile, durch allerlei Arten von Lokomotion des ganzen Körpers oder auch in besonderer Weise, greifend, scharrend, zerreissend, niederschlagend, haltend, zur Gewinnung und Bewältigung der Nahrung dienen, so thun das in näherer Weise ähnlich an den Schädel und auch an nachfolgende Theile angelehnte, den Gliedmaassen in fast allen Stücken vergleichbare epimerische Stücke. Diese bilden mit den Kiemenbogen und den aus diesen ableitbaren Rudimenten kiemenloser Wirbelthiere, den Rippen und den sich auszeichnenden vorderen und hinteren Gliedmaassen ein System von Gürteln aus festen, knorpligen oder knöchernen, Skelettheilen im äusseren Theile des Mesoderms und können alle zusammen als Viszeralbögen bezeichnet werden, indem sie entweder den Eingeweideraum umschliessen oder, wo noch die Coelombildung mangelt, die Schlundwand stützen.

§42 *Die vergleichenden Untersuchungen* zeigen für solche Viszeralbogen die *Möglichkeit vielfacher Modalitäten in* Anordnung und Ausführung. Dieselben *können sich von den oberen* Bogenstücken der Wirbel, den Neurapophysen, *aus oder von den* Wirbelkörperseiten, als Pleurapophysen, oder von *dem ventral gewandten Theile*, den Hämapophysen, aus, als Parapophysen, *entwickeln und mit den* neurapophytischen und hämapophytischen Bogen *kombiniren. Solche* abgegliederte, diskrete, Stücke beweisen sich als gleich*werthig, ausgenommen* die Entstehung aus gesonderten Kernen, mit anderen, *welche mit den Wirbeln* solide zusammenhängen, den Querfortsätzen. Sie *können, indem sie* die Körperwand umlaufen, in mehrere Stücke gegliedert *sein, es kann diese* Gliederung fehlen, oder es kann ein Bogen im Ver*gleiche mit anderen* in dorsalen oder ventralen Stücken verkümmert sein. *Die zusammengehörigen* auf den beiden Seiten einer Metamere können in der Bauchmittellinie durch Bindestücke, Copulae, verbunden und es kann der Antheil der beiden Seiten in hälftigen Antheilen dieser Copulae ausgedrückt sein. Auf einander folgende Bogen können sich im Ganzen oder für Theile kombiniren und brauchen nicht in den Zahlen mit den Wirbelkörpern oder Schädelabschnitten, an welche sie sich lehnen, oder den Copulae, durch welche sie verbunden werden, in Uebereinstimmung zu stehen. Ueberhaupt zeigen die einzelnen, gewöhnlich zu einem Wirbel kombinirten oder ihm zugetheilten Elemente für Zahl und Stellung eine gewisse Unabhängigkeit, so dass man wie die Kombination in der Metamere, so auch die Reihen einer besonderen Art von Wirbeltheilen ins Auge fassen muss. Zwischen zwei solcher Bogensysteme senkt sich das Ektoderm zur Mundhöhle ein. Da, wo Nasengänge, einfach oder paarig, zum Munde oder Schlunde führen, ist die Mundspalte nicht die vorderste Spalte und, indem die zwischen jenen beiden Kanälen liegenden Bogeneinrichtungen eine ähnliche Beschaffenheit zeigen, wie die der Mundspalte nachfolgenden, werden wir darauf geführt, alle gürtelartig geordneten Knochenreihen, welche sich an die Gehirnkapsel zur Bildung des Gesichtes anschliessen, nach dem Prinzipe der Viszeralbogen zu verstehen, auch wenn sie nicht zur Mundhöhle oder dem Schlunde führende Gänge begränzen. Können doch ebensowohl der Nasengang und einzelne Kiemenspalten undurchbohrt bleiben und existiren letztere bei den höheren Wirbelthieren überhaupt nur vorübergehend.

Es ist hier nicht die Stelle, im Einzelnen zu untersuchen, wie etwa die Gesichtsknochen in bestimmte Bogen zu ordnen seien. Auch stellen sich wegen der Möglichkeit der Gliederung, Spaltung und mangelhaften Vertretung von Elementen in Bogen der Entscheidung, ob man etwa in einem Falle von mehreren Bogen oder von Theilen eines einzelnen Bogens reden solle, die grössten Schwierigkeiten entgegen. Es genüge zu bemerken, dass wir den etwaigen Kiemenbogen und dem Schultergürtel das Zungenbein, der Unterkiefer, der Jochbogen und Oberkiefer, Thränenbein, Nasenbein,

Zwischenkiefer, Oberaugenhöhlendeckknochen und, von mehr nach der Medianen sich wendenden, die Flügelbeine, Gaumenbeine, sowie die anderen mit dem Unterkiefersuspensorium verbundenen Knochen der Fische in Betracht kommen. Auch wird das Pflugscharbein, welches öfters paarig ist, sich dicht an die knorplige Verlängerung des Schädelgrundes anlegt, dann von der Bahn der Verknöcherungen der Schädelbasis abweicht, aber immer einem Gürtel verglichen werden kann, eher als aus in der Mittellinie zusammentretenden unteren Bogen gebildet, denn als ein fünfter keinen Hohlraum umschliessender Wirbel betrachtet werden dürfen, für welchen bei letzterer Auffassung die Nasenbeine obere Deckstücke wären.

Die Verwendung von viszeralen Bogen zum Geschäfte der Aufnahme und der Bewältigung von Nahrung schliesst nach hinten durchaus nicht mit dem Zungenbeine ab. Obwohl die nachfolgenden Bogen in der Regel dem Athemgeschäfte dienen, sind sie doch bei den Fischen, während sie nach Aussen an ihren mittleren Stücken die Stützen der Kiemenblättchen tragen, an der dem Schlunde zugewandten Kante sehr gewöhnlich mit zahnähnlichen Bildungen besetzt, welche, wie Rechen, Kämme, Bürsten, die Nahrung abhalten, mit dem Athemwasser durch die Kiemenspalten auszufliessen, so die Arbeit des Speiserohrs und die der Athemwerkzeuge scheidend und nach beiden Seiten sichernd, in den oberen Stücken nicht selten unter dem Titel der oberen Schlundknochen; die unteren Stücke des letzten Bogens, welche an diesem überhaupt allein persistiren, sind bei den Knochenfischen fast allgemein der Nahrungsbewältigung und ihr allein dienstbar, oft in ausgezeichneter Weise Träger wirklicher Zähne. So kann am hintersten Ende der Kiemenbogenreihe eine ganz ähnliche ausgezeichnete Kaueinrichtung gefunden werden, wie sie zunächst hinter der Mundspalte durch den Unterkiefer gebildet wird.

Indem bei den Fischen mit paarigen Nasenlöchern ein Fall, in welchem ein Oberkiefer fehlt, Chimaera, durch das Rudiment eines solchen bei dem nächst verwandten Callorhynchus vermittelt wird, andere Fische, bei welchen dieser Bogen verkümmert, doch den Zwischenkieferbogen haben, bei höheren Wirbelthieren der Oberkiefer und Unterkiefer in gleichmässigen Beziehungen, wenn auch in ungleicher Entwicklung und Bedeutung, auftreten, könnte nur für die Fische mit unpaarer Nasenöffnung es fraglich sein, ob der Mund bei ihnen an derselben Stelle, in Beziehung zur Anordnung der Gesammtheit viszeraler Bogen, sich eingesenkt habe, als bei den übrigen. Die Beurtheilung der Lage wird dadurch, dass man bei diesen niederen Fischen gewisse Stücke des Mundskelets als ein System von „eigenthümlichen Schnauzen- und Lippenknorpeln" bezeichnet und nicht unter den Gesichtspunkt der viszeralen Bogen gebracht hat, wie es uns scheint, nicht erläutert, sondern verwirrt. Zum Verständniss dieser Knorpel ist es nöthig, daran zu denken, dass Knorpel, falls Gelenkgliederung nicht ausgebildet

Die vergleichenden Untersuchungen zeigen für solche Viszeralbogen die Möglichkeit vielfacher Modalitäten in Anordnung und Ausführung. Dieselben können sich von den oberen Bogenstücken der Wirbel, den Neurapophysen, aus oder von den Wirbelkörperseiten, als Pleurapophysen, oder von dem ventral gewandten Theile, den Hämapophysen, aus, als Parapophysen, entwickeln und mit den neurapophytischen und hämapophytischen Bogen kombiniren. Solche abgegliederte, diskrete, Stücke beweisen sich als gleichwerthig, ausgenommen die Entstehung aus gesonderten Kernen, mit anderen, welche mit den Wirbeln solide zusammenhängen, den Querfortsätzen. Sie können, indem sie die Körperwand umlaufen, in mehrere Stücke gegliedert sein, es kann diese Gliederung fehlen, oder es kann ein Bogen im Vergleiche mit anderen in dorsalen oder ventralen Stücken verkümmert sein. Die zusammengehörigen auf den beiden Seiten einer Metamere können in der Bauchmittellinie durch Bindestücke, Copulae, verbunden und es kann der Antheil der beiden Seiten in hälftigen Antheilen dieser Copulae ausgedrückt sein. Auf einander folgende Bogen können sich im Ganzen oder für Theile kombiniren und brauchen nicht in den Zahlen mit den Wirbelkörpern oder Schädelabschnitten, an welche sie sich lehnen, oder den Copulae, durch welche sie verbunden werden, in Uebereinstimmung zu stehen. Ueberhaupt zeigen die einzelnen, gewöhnlich zu einem Wirbel kombinirten oder ihm zugetheilten Elemente für Zahl und Stellung eine gewisse Unabhängigkeit, so dass man wie die Kombination in der Metamere, so auch die Reihen einer besonderen Art von Wirbeltheilen ins Auge fassen muss. Zwischen zwei solcher Bogensysteme senkt sich das Ektoderm zur Mundhöhle ein. Da, wo Nasengänge, einfach oder paarig, zum Munde oder Schlunde führen, ist die Mundspalte nicht die vorderste Spalte und, indem die zwischen jenen beiden Kanälen liegenden Bogeneinrichtungen eine ähnliche Beschaffenheit zeigen, wie die der Mundspalte nachfolgenden, werden wir darauf geführt, alle gürtelartig geordneten Knochenreihen, welche sich an die Gehirnkapsel zur Bildung des Gesichtes anschliessen, nach dem Prinzipe der Viszeralbogen zu verstehen, auch wenn sie nicht zur Mundhöhle oder dem Schlunde führende Gänge begränzen. Können doch ebensowohl der Nasengang und einzelne Kiemenspalten undurchbohrt bleiben und existiren letztere bei den höheren Wirbelthieren überhaupt nur vorübergehend.

Es ist hier nicht die Stelle, im Einzelnen zu untersuchen, wie etwa die Gesichtsknochen in bestimmte Bogen zu ordnen seien. Auch stellen sich wegen der Möglichkeit der Gliederung, Spaltung und mangelhaften Vertretung von Elementen in Bogen der Entscheidung, ob man etwa in einem Falle von mehreren Bogen oder von Theilen eines einzelnen Bogens reden solle, die grössten Schwierigkeiten entgegen. Es genüge zu bemerken, dass vor den etwaigen Kiemenbogen und dem Schultergürtel das Zungenbein, der Unterkiefer, der Jochbogen und Oberkiefer, Thränenbein, Nasenbein,

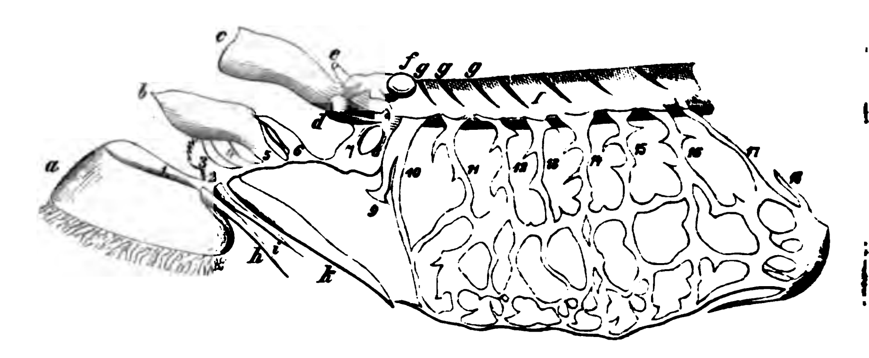
Zwischenkiefer, Oberaugenhöhlendeckknochen und, von mehr nach der Medianen sich wendenden, die Flügelbeine, Gaumenbeine, sowie die anderen mit dem Unterkiefersuspensorium verbundenen Knochen der Fische in Betracht kommen. Auch wird das Pflugscharbein, welches öfters paarig ist, sich dicht an die knorplige Verlängerung des Schädelgrundes anlegt, dann von der Bahn der Verknöcherungen der Schädelbasis abweicht, aber immer einem Gürtel verglichen werden kann, eher als aus in der Mittellinie zusammentretenden unteren Bogen gebildet, denn als ein fünfter keinen Hohlraum umschliessender Wirbel betrachtet werden dürfen, für welchen bei letzterer Auffassung die Nasenbeine obere Deckstücke wären.

Die Verwendung von viszeralen Bogen zum Geschäfte der Aufnahme und der Bewältigung von Nahrung schliesst nach hinten durchaus nicht mit dem Zungenbeine ab. Obwohl die nachfolgenden Bogen in der Regel dem Athemgeschäfte dienen, sind sie doch bei den Fischen, während sie nach Aussen an ihren mittleren Stücken die Stützen der Kiemenblättchen tragen, an der dem Schlunde zugewandten Kante sehr gewöhnlich mit zahnähnlichen Bildungen besetzt, welche, wie Rechen, Kämme, Bürsten, die Nahrung abhalten, mit dem Athemwasser durch die Kiemenspalten auszufliessen, so die Arbeit des Speiserohrs und die der Athemwerkzeuge scheidend und nach beiden Seiten sichernd, in den oberen Stücken nicht selten unter dem Titel der oberen Schlundknochen; die unteren Stücke des letzten Bogens, welche an diesem überhaupt allein persistiren, sind bei den Knochenfischen fast allgemein der Nahrungsbewältigung und ihr allein dienstbar, oft in ausgezeichneter Weise Träger wirklicher Zähne. So kann am hintersten Ende der Kiemenbogenreihe eine ganz ähnliche ausgezeichnete Kaueinrichtung gefunden werden, wie sie zunächst hinter der Mundspalte durch den Unterkiefer gebildet wird.

Indem bei den Fischen mit paarigen Nasenlöchern ein Fall, in welchem ein Oberkiefer fehlt, Chimaera, durch das Rudiment eines solchen bei dem nächst verwandten Callorhynchus vermittelt wird, andere Fische, bei welchen dieser Bogen verkümmert, doch den Zwischenkieferbogen haben, bei höheren Wirbelthieren der Oberkiefer und Unterkiefer in gleichmässigen Beziehungen, wenn auch in ungleicher Entwicklung und Bedeutung, auftreten, könnte nur für die Fische mit unpaarer Nasenöffnung es fraglich sein, ob der Mund bei ihnen an derselben Stelle, in Beziehung zur Anordnung der Gesammtheit viszeraler Bogen, sich eingesenkt habe, als bei den übrigen. Die Beurtheilung der Lage wird dadurch, dass man bei diesen niederen Fischen gewisse Stücke des Mundskelets als ein System von „eigenthümlichen Schnauzen- und Lippenknorpeln“ bezeichnet und nicht unter den Gesichtspunkt der viszeralen Bogen gebracht hat, wie es uns scheint, nicht erläutert, sondern verwirrt. Zum Verständniss dieser Knorpel ist es nöthig, daran zu denken, dass Knorpel, falls Gelenkgliederung nicht ausgebildet

wird, die Trennung in Elemente, welche ein Knochenskelet auch in solchem Falle durch Nähte zeigen kann, nicht bietet; dass man sich also begnügen muss, Bogen zu finden, und nicht begehren darf, dass diese in Stücke gegliedert seien, welche einzeln den einzelnen Gesichtsknochen teleostischer, ein Knochenskelet ausbildender, Wirbelthiere verglichen werden könnten.

Fig. 140.



Knorpelskeletstücke vom Vorderende der grossen Neunauge oder Seelamprete, Petromyzon marinus Linné, aus dem Neckar, in natürlicher Grösse.

a. Lippenwulst. 1. Der Lippenknorpel. 2. Die vordere kleine Zahnplatte der Zunge. 3. Die paarigen Knorpel sammt grösseren Zahnplatten der Zunge. 4. und 6. Kleine paarige Knorpel. 5. und 7. Grosse Knorpel in der Mittellinie verbunden zu der vorderen und hinteren Gaumenplatte. b. und c. 8. Das Suspensorium. 9. Zungenbeinhorn. 10.—17. Vollständige Kiemenbogen. 18. Unvollständiger hinterster Bogen mit der Herzbeutelkappe. d. Auge. e. Nasenröhre. f. Gehörknorpelkapseln. g. g. g. Knorpelanlagen zu den oberen Wirbelbogen. h. Seitenstück am Lippenknorpel. i. und k. Vorderer und hinterer Kiel des Zungenknorpels. l. Chorda dorsalis.

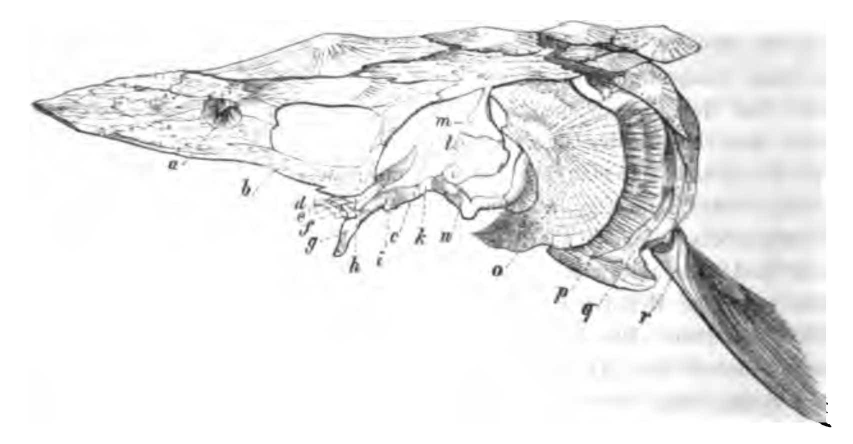
Wie die Abbildung zeigt, hat von jenen Unpaarnasen die Neunauge, Petromyzon, jederseits acht mit der Chordascheide in Verbindung tretende unregelmässig stabförmige in den Bauchwänden absteigende knorplige Elemente, welche wir mit den Zahlen 10—17 bezeichnet haben. Dieselben senden in der Richtung der Körperlängsachse Zacken aus, welche im ersten Zwischenraum einmal und in den sechs folgenden je zweimal zu vollständigen Brücken werden. Das untere, ventrale Ende läuft nach vorn und legt sich mit vorausgegangenen und dem ihm gepaarten so zusammen, dass dadurch ein, durch eine unterbrochene mediane Spalte die seitliche Zusammenlegung beweisender, schmaler Brustknorpel entsteht, vorn über den so zusammengestellten Kiemenkorb hinausragend. Ein neuntes Paar Stäbe hinten, mit Nummer 18 bezeichnet, erreicht ebenso wenig die Chordascheide als das Brustbein. Es verschmilzt von den beiden Seiten her zu einer breiten gewölbten, den Kiemenkorb abschliessenden Platte, in welcher das Herz ruht. Von ihr zum vorausgehenden Stabe ziehen drei vollständige Bogen und jedes der so entstehenden beiden Fenster ist wieder durch einen anstossenden, aber nicht verschmolzenen Längsstab getheilt. Alle die senkrechten Stäbe sind Kiemenbögen; die letzte Spalte ist nicht geöffnet, die sieben vorderen haben

Kiemenlöcher. Dieses System setzt sich an der Hirnkapsel fort und tritt über sie nach vorn hinaus. In gleicher Lage reiht sich dem vordersten jener Bogen ein Stab, 9, dicht an, welcher wegen der an ihm befestigten Muskeln als Zungenbeinhorn betrachtet wird. Dann folgen, 8 und 7, zwei absteigende ventral verbundene und ein Fenster zwischen sich lassende starke, aber kurze Knorpelstücke, zwischen welchen das Auge vortritt, und es entwickelt sich von denen des zweiten Paars nach vorne und oben vor dem Gehirnschädel und dem Nasenrohr eine breite gewölbte, am Vorderende ausgeschnittene mediane Knorpelplatte. Deren Lage ist also unter dem Nasengange und über dem Mundgange, das heisst im Gaumen. Der Ansatz der sie tragenden seitlichen Knorpelmassen ist für die vordere Wurzel vor dem Auge, für die hintere hinter dem Auge. Der nächste Gürtel ist durch paarige Stücke, 6, vertreten, welche ventral auf einer rechts und links vom unteren Ende von 7 nach vorne laufenden Bandmasse, gleich den folgenden, getragen werden und sich oben nicht berühren. Der Gürtel 5 dagegen bildet ebenfalls eine Gaumenplatte; 4 gleicht wieder 6, nur sind die Stücke kleiner. Die Knorpel mit der Zahl 3 treten von rechts und links zusammen und nehmen so, obwohl aufstellbar, am Boden der Mundhöhle Theil. Sie können wegen ihrer Umschliessung durch 4 und 5 nicht direkt an dieser Stelle eingereiht werden. Sie tragen jederseits eine Reihe scharfer Hornzähne, so dass die Einrichtung in hohem Grade der Radula einer Schnecke und deren Zungenknorpeln zu vergleichen ist; allerdings mit der Differenz, welche aus dem Vergleiche des histiologischen Materials, einerseits des Chitins, andererseits der Oberhautbildungen resultirt. Nach vorn wird dieser Apparat ergänzt durch eine sehr kleine, symmetrische, mediane Platte 2, welche ebenfalls Hornzähne trägt und für sich beweglich ist, in welcher aber die Knorpelgrundlagen nicht deutlich sind. Die beiden letztgenannten Einrichtungen sind ventral mit medianen Stäben, Copulae, k und i, in Verbindung, welche mächtige Hebel zur Stellungsänderung dieser übrigens kümmerlichen Gürtel darstellen. Das Ende bildet der Ring 1, welcher wieder, gleich 5 und 7 dorsal zum Abschluss kommt und, während jene in den Platten b und c sich stark erweitern, hier nur wenig breit in Knorpel ausgeführt ist, dafür aber den breiten mit Bindegewebe gestützten und am Rande gefaserten Mundschirm trägt. Ventral wird dieser Ring durch einen noch knapperen Bogen gebildet und an der Verbindung sitzt jederseits ein Knorpelhebel, h, auf.

Für den Vergleich kann man in Anspruch nehmen, dass während in der Regel bei erwachsenen Haien wie bei Rochen fünf Kiemenspalten vorhanden sind und der letzte Knorpelstab, hinter der letzten Spalte liegend, da die Begränzung nach vorn durch den Zungenbogen gemacht wird, als fünfter Kiemenbogen zu zählen ist, doch Haie sehr häufig die Andeutung eines sechsten oder auch im Jugendstande eines siebenten Kiemenbogens

zeigen und diese bei den Notidanushaien, Hexanchus und Heptanchus, als Stützen zwischen Kiemenspalten funktioniren. So hat es keine Schwierigkeit für die Neunauge, die Zahl der Kiemenstäbe auf acht oder neun auszudehnen, auf dem Wege zum Amphioxus, welcher jederseits vierzig bis fünfzig, noch wieder durch senkrechte Knorpelstäbe getheilte, Knorpelspitzbogen besitzt. Schreitet man nach vorn vor, so würde man in 9 nach der gewöhnlichen Meinung ein Zungenbeinsuspensorium haben, während man weiter abwärts für das Zungenbein die Stücke bei 2 und 3 sammt den Kielen in Anspruch nehmen kann, dieses nur ungewöhnlich betreffs der Ablösung vom Suspensorium, an welches sich übrigens die Muskeln ansetzen. Ein Unterkieferbefestigungsstück, Suspensorium, welches bei der Betrachtung des Fischschädels eine sehr grosse Rolle spielt, muss überall hinter dem Auge liegen und kann hier nur bei 8 gesucht werden. Der anscheinend vordere Ast bei 7 kann nach dem Vergleiche mit anderen Fischen damit nichts zu thun haben und nur als ein von der Unterkiefereinlenkung aufsteigender Bogen angesehen werden, welcher in der Platte c zum Abschluss in der Munddecke kommt. Solche Bögen haben allerdings an sich auch die volle Bedeutung viszeraler Bögen oder Bogenantheile. Es ist sehr

Fig. 141.



Schädel und Schultergürtel vom Stör, Acipenser Sturio Linné, aus dem Rheine, ein Viertel der natürlichen Grösse.

a. Riechgrube. b. Augengrube. c. Schläfengrube. d. Zwischenkiefer. e. Oberkiefer. f. Jochbogen. g. Unterkiefer. h. Quadratojugale. i. Gaumenknorpel. k. Unteres verknöchertes Stück im Unterkiefersuspensorium. l. Knorpelplatte desselben. m. Oberes verknöchertes Stück desselben. n. Zungenbeinhorn. o. Kiemendeckel. p. Kiemen. q. Schultergürtel. r. Brustflosse.

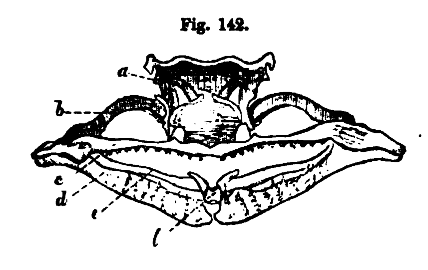
irrig, wenn man zum Beispiel dem Oberkiefer der Selachier, weil er vom Unterkiefer getragen werde, eine geringere Bedeutung zuschreibt als dem letzteren. So müssen wir sehen, ob jener und die drei weiteren Bögen, 6, klein und nicht dorsal verbunden, 5, gleich 7 gross mit Platte über dem Mundgang, 4, wieder klein und ohne Verbindung, solchen Theilen ent-

sprechen, welche bei höheren Fischen eine mehr spezifische Ausbildung und Benennung erfahren haben.

Für einen solchen Vergleich scheint der Stör in sofern besonders geeignet, als auch bei ihm der Mund von einem Ringe eingefasst wird mit gesondertem oberen, in zwei Hälften zerfallenden Bogen, welcher für Zwischenkiefer, Oberkiefer und für Gaumenbein erklärt, also an drei Stellen stehend gedacht worden ist, mit einfachem Unterkieferbogen und an jenem vom Mundwinkel nach hinten mit abgegliedertem Hebelfortsatz, Oberkiefer oder Flügelbein der Autoren. Dahinter würde, mit Zurückschiebung der Stücke für die Zunge mehr an die gewöhnliche Stelle, beim Störe die Vertretung der Theile der Neunauge bei 2 und 3 fehlen. Es folgt ein über die Mundhöhle gespannter Knochenbogen, in welchem zunächst ein vorderes diskretes Stück mit dem fraglichen Zwischenkiefer ein Loch jederseits einschliesst, dann ein zweites, welches, von jeder Seite gegen die Mittellinie in zwei Schenkel gespalten und durch den zweiten Schenkel die Naht erreichend, mit dem medianen Theil der Zwischenkiefer ein mit Bindegewebe überspanntes Fenster umschliesst, das Quadratojugale der Autoren. Wenn diese Stücke denen der Neunauge bei 4 und 5 recht wohl zu entsprechen scheinen, so bleibt zum Vergleiche mit 6 und 7 nur die Verknöcherung, welche als zweites Stück zum Suspensorium, als Symplecticum, bezeichnet wird, und ein sich dem Knochenbogen des Quadratojugale anschliessender Gaumenknorpelbogen übrig. Die beim Stör die Basis des Schädels oder dessen Dach deckenden und die das Auge und die Nase umgürtenden Knochenplatten scheinen ausserhalb des Vergleichs mit Petromyzon zu liegen. Ueberhaupt erhält der Störschädel durch die Entwicklung des Gesichtes aus jenen Platten und über dieselben hinaus zur Schnauzenspitze, weithin gestützt von der Verknöcherung, welche aus der Basis der Schädelkapsel stielartig nach vorne läuft, ein ganz anderes Ansehen.

Es ist nicht unzulässig in Knorpelplatten, welche bei Rochen oder Haien im vorderen Theil des Gaumens liegen, obwohl solche nur selten, bei Narcine, von der Hirnkapsel getrennt und paarig sind, oder in Knorpelstäben, welche vor dem Suspensorium und hinter der Augenhöhle sich erheben, Bogenelemente zu erkennen. Beweglich aber sind im Dienste der Speiseaufnahme bei diesen Fischen, den Selachiern, nur Oberkiefer, Unterkiefer und Zungenbein. Letzteres hat für seine Be-

Fig. 142.



Schädel vom Meerengel, Squatina laevis Cuvier, S. angelus Blainville, aus dem Mittelmeer, etwa ein Siebentel der natürlichen Grösse.
a. Hirnkapsel. b. Suspensorium. c. Oberkiefer. d. Unterkiefer. e. Zungenbeinhorn. f. Zungenbeincopula, Zungenbeinkörper.

festigung Verschiedenheiten in einer Reihe, welche anfängt mit Befestigung am Schädel selbst für eigentliche Rochen, durchgeht durch Verbindung oben am Suspensorium des Unterkiefers bei den Zitterrochen und endet mit der Befestigung am unteren Ende jenes Suspensoriumstückes bei den Haien. Bei diesen hat dann das kräftige Suspensorium unten eine hintere Gelenkfläche für ein Zungenbeinhorn und eine vordere, daran anstossende, für den Unterkiefer, welcher im Allgemeinen an der Hinterkante etwas vom Zungenbein umgriffen, an ihm gleitend, am freien Ende gradezu ein zweites Gelenk für diese Verbindung ausbilden kann. Gleichermaassen legt sich dann wieder vorn an den Unterkiefer der Oberkiefer mit ein oder zwei, strafferen und loseren, Gelenkverbindungen an. Das Zungenbein hat ausser den Hörnern eine Copula; Unterkiefer und Oberkiefer zerfallen nur in die zwei Hälften. Die Gleichwerthigkeit der drei am Suspensorium hängenden Bögen drängt sich hier in hohem Grade auf. Auf der anderen Seite macht das Zungenbein eine vortreffliche Vermittelung zu den fungirenden Kiemenbögen. Bei den Rochen und Haien sind seine Hörner an der Hinterkante mit Kiemenstrahlen besetzt, welche, bei den Haien auf das Suspensorium übergehend, beweisen, dass in letzteres das bei den Rochen deutliche obere Glied jener Hörner aufgenommen, oder doch durch es mit vertreten ist.

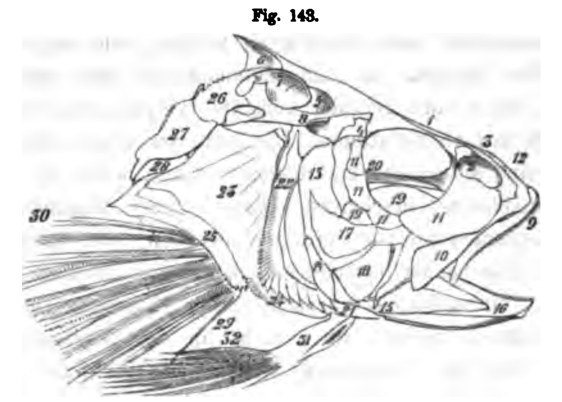
Wenn bei den Stören diese einfache Strahlenreihe einem Kiemendeckel anhaftet, einer von drei in der Haut liegenden Verknöcherungen, welche weder in Verbindung mit dem Zungenbein noch mit dem Unterkiefer getreten sind, so wird das durch das Verhalten bei Spatularia ergänzt, bei welchem Fisch der Kiemendeckel, das Operculum, wie bei den Knochenfischen oben und hinten am Suspensorium, dem Temporale, artikulirt und unten fortgesetzt wird durch die Platte der auf die Zungenbeinhörner sich stützenden Kiemendeckhautstrahlen.

Auch für die Knochenfische lässt sich die Kombination des Suspensorium und des Unterkiefereckstücks mit Knochenplatten an ihrer Hinterkante, den vier gewöhnlich vorhandenen Kiemendeckelstücken, Praeoperculum und Interoperculum in der vorderen, Operculum und Suboperculum in der hinteren Reihe unter Vermittelung der Plattengestalt, welche bei jenem Ganoidfische Spatularia auch die sonst stabförmigen Kiemendeckhautstrahlen haben, aus diesen letzteren und damit auch aus den Kiemenstrahlen und Flossenstrahlen ableiten.

Der Unterkieferbogen wird bei diesen Fischen, wie der Zungenbogen durch das Os styloideum, so durch einen Stab, das Os symplecticum, mit dem gemeinsamen Suspensorium, dem Os temporale verbunden. In der Regel schiebt sich zwischen das Symplecticum und das Kiefergelenk das Os quadratojugale ein, welches aber den von den Vögeln, bei welchen es durch ein Jochbein, Jugale, zum Oberkiefer fortgesetzt wird, entlehnten Namen Mangels dieser Fortsetzung nicht ganz verdient. Ausserdem hat

der Unterkiefer mindestens einen Gelenktheil, Os articulare, und einen den vorderen Abschluss bildenden, meist Zähne tragenden Theil, Os dentale,

Fig. 143.



Schädel vom Barsch, Perca fluviatilis Linné, aus dem Neckar, in natürlicher Grösse.
1. Os frontis. 2. O. praefrontale, lacrymale. 3. O. ethmoideum. 4. O. postfrontale. 5. O. parietale. 6. O. interparietale. 7. O. exoccipitale. 8. O. mastoideum. 9. O. intermaxillare. 10. O. maxillare. 11. 11. 11. 11 Ossa infraorbitalia. 12. Os nasale. 13. O. temporale. 14. O. symplecticum. 15. O. articulare. 16. O. dentale. 17. O. tympanicum. 18. O. quadratojugale. 19. 19. O. transversale nebst pterygoideum. 20. Stiel des Keilbeins. 21. O. angulare. 22. Praeoperculum. 23. Operculum. 24. Interoperculum. 25. Suboperculum. 26. O. suprascapulare. 27. O. scapulare der älteren Autoren. 29. O. coracoideum. 30. Strahlen der Brustflosse. 31. Becken. 32. Strahlen der Bauchflosse; diese ist an die Kehle gerückt, jugular.

häufig dazu ein weiteres Stück, ein Winkelstück, fersenähnlich nach hinten vom Gelenke aus gestreckt, Os angulare, seltener ein Supraangulare oberhalb des Angulare, ein Complementare nach Innen vom Articulare, ein innen nach vorne ziehendes Operculare, von welchem sich Theile abgliedern können, bei Amia bis zu vieren, hier und in der Dreitheilung bei den fossilen Dendrodonten, weil zahntragend, auch Dentalia interna zu nennen. Diese Stücke dürfen bei Erhaltung der Repräsentation des eigentlichen Bogens im primordialen sogenannten Meckelschen Knorpel wohl gleichfalls wenigstens theilweise als Vertreter des Apparates der Kiemenstrahlen, Kiemenhautstrahlen, Kiemendeckel oder als sogenannte Hautknochen am Unterkiefergürtel angesehen werden.

Der Oberkieferbogen ist selten durch festeres Band, nie durch eine Knochenbrücke mit dem Quadratojugale verbunden; auch ist ein vorderer Zwischenkiefertheil nur ausnahmsweise, namentlich bei den überall im Kiefergerüste sehr fest gebauten Plectognathi mit dem Oberkiefer verwachsen; meist ergänzen beide Stücke sich nur in Anlehnung, jeder mit gespitztem Ende ein wenig in das Gebiet des anderen hineinziehend. Bei einigen verkümmert der Oberkiefer, so bei den Welsen, Nematognathi, bei welchen er nur als Träger von Bartfäden fungirt. Der Zwischenkiefer ist gewöhnlich der grössere, allein oder besser bezahnt, mit Hebelarmen zur Nasengegend aufsteigend und zuweilen rasch vorschnellbar. Vielleicht muss das Quadratojugale schon als ein Glied zum Oberkieferbogen betrachtet werden, welches erst sekundär die Verknüpfung mit dem Articulare des Unterkiefers auf-

genommen hat. Wenn so der Oberkiefer und sein Zubehör sich als den hinter dem Munde liegenden Bogen gleichwerthig darstellt, so liegt jedenfalls vor dem Suspensorium des Unterkiefers und dem Styloideum und an diese Knochen angelehnt noch ein Gürtel, welcher, wie der Oberkiefer zum oberen Rande des Mundes, so zum Gaumendache sich erhebt. Derselbe wird von hinten nach vorn gebildet vom Os tympanicum, Os transversale, Os pterygoideum und Os palatinum. Die letzteren beiden Paare bilden den Vordergaumen, sind stämmiger und häufig bezahnt, während die zwei ersten mehr flächig ausgebreitet erscheinen. Eine weitere Knochenreihe, welche von der Hinteraugengegend zur Vorderaugengegend geht, Ossa infraorbitalia, und von da die Nasengrube umschliesst, sowie ein zuweilen das Auge von oben deckender, einen Bogen repräsentirender Knochen, Os supraorbitale, vertreten zwar Gürtel, nehmen aber nicht an der Begränzung der Mundhöhle Antheil. Für die Bewegungen stehen der Oberkiefer und Zwischenkiefer mehr für sich; Alles übrige einschliesslich des Kiemendeckels und der Kiemendeckhaut, wird durch direkte oder indirekte Verbindung mit dem Temporale kombinirt. Es ist sehr selten, dass durch ein, dann in der That dem Os transversum der Reptile entsprechendes, Stück eine Verbindung des Gaumendaches mit dem Oberkiefer an Os palatinum und pterygoideum eingerichtet ist, bei Macrodon taraira, einem brasilianischen Charakoidfisch.

Fig. 144.



Unterer Schlundknochen, hinterster zahntragender Kiemenbogen vom Näsling, Chondrostoma nasus Agassiz, aus dem Neckar; in natürlicher Grösse.

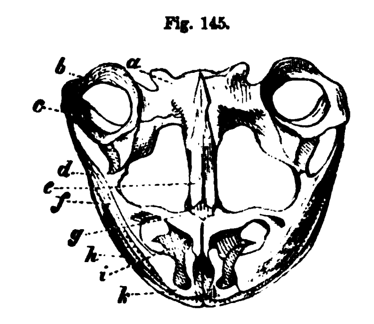
Von ganz besonderem Interesse ist bei den Knochenfischen die oben berührte Theilnahme der Kiemenbogen am Kaugeschäfte, indem die oberen Abschnitte der vorderen als Ossa pharyngea superiora ebenso gut Zähne tragen können als die Gaumenknochen und die allein vorhandenen Abschnitte des hintersten sowohl solche besitzen können, wenn andere Knochen der Mundbegränzung derer besitzen, als auch ganz allein. Durch letzteres zeichnen sich fast alle karpfenartigen Fische aus, von Gill Eventognathi genannt, weil gewissermaassen ein Zahnkiefer statt am Eingange des Mundes am Ausgange des Schlundes liegt, und es wird die Unterscheidung von Gruppen, Gattungen und Arten bei solchen ganz wesentlich unter Benutzung dieser Schlundzähne gemacht, welche, bei den Katostominen äusserst zahlreich und klein, meist aber in mässigen Zahlen und in einer oder mehreren Reihen geordnet, auch von Gestalt verschieden erscheinen, so dass sie bald, hechelförmig in einander greifend, zerreissen, bald, mahlzahnähnlich geschwollen, zerquetschend wirken. Bei denjenigen Fischen, bei welchen diese unteren Pharyngealknochen querüber verschmelzen, den Pharyngognathi, entsteht dadurch eine dreieckige mit Zähnen bedeckte untere Schlundplatte.

Neben diesen, besonders für den vom Kiefersuspensorium zum Gaumen ziehenden Theil, schwierig zu ordnenden Verhältnissen der Fische stellen sich die Mund- und Schlundbogen der höheren Klassen der Wirbelthiere in einer grösseren Einfachheit dar, indem durch Herstellung des Nasenganges wenigstens theilweise vorn die Bogenverhältnisse in ihrem Charakter mehr fest bestimmt werden und durch Schwund an den Kiemenbogen die hinteren Antheile weniger in Betracht kommen. So ist die Zurückführung der Knochen einer Gruppe auf die der anderen und die gleiche Benennung leichter zu gewinnen. Nur die Verhältnisse des Kiefersuspensorium sind zuweilen etwas versteckter, dabei divergirend nach zwei Hauptrichtungen, wobei für das Endergebniss in Beweglichkeit des Unterkiefers Amphibien, Schildkröt-Krokodile und Säugethiere einerseits, Schlangen-Eidechsen und Vögel andererseits sich zusammenordnen.

Bei den Amphibien tritt freilich ursprünglich ein wahres knorpliges Suspensorium vom Schädel zum Unterkiefergelenke, aber dasselbe verknöchert für sich nur selten und wird auch als Knorpel meist grossentheils oder ganz unterdrückt von dem auf ihm entwickelten, den Unterkiefer tragenden Tympanicum, welches in der Regel wirklich die vordere Begränzung eines von der übrigen Haut unterschiedenen Trommelfells bildet, auch sich dem wohl in Bogenform anpasst, einen Trommelring darstellt, wovon es seinen Namen erhalten hat.

Das angewachsene Suspensorium trägt bei den ungeschwänzten ausser dem Unterkiefer auch vermittelst eines zwischen gelegten Quadratojugale den Oberkiefer, an welchen sich vorn der Zwischenkiefer anreiht und das Pterygoideum. Das letztere stützt sich mit einem inneren Blatte auf die, einem Querfortsatz ähnliche, gemeinsame seitliche Entwicklung des ersten und zweiten Schädelwirbels, Ala occipitalis und temporalis, legt sich vorn dem Oberkieferbogen an und gelangt zum Praeorbitale oder Praefrontale, auf welches sich dann auch die Knochen des Vomer stützen. Bei den geschwänzten erreicht der Oberkiefer die Verbindung mit dem Suspensorium nicht. Bei ihnen bleibt überhaupt ein grösserer Theil der primordialen Knorpelschädelanlage erhalten und die Knochenbildung ist weniger ausgedehnt.

Fig. 145.



Schädel vom Ochsenfrosch, Rana mugiens Merrem, aus Nordamerika, etwas mehr als halbe natürliche Grösse.

a. Os occipitale. b. Besonderer Knorpelbogen um das Trommelfell. c. Os tympanicum. d. Os quadratojugale. e. O. parietale. f. O. maxillare. g. O. praefrontale. h. O. dentale. i. Vomer. k. O. intermaxillare.

Während jenes Tympanum bei den Amphibien am Schädel durch

Knorpelverbindung angewachsen ist, bleibt es bei den Reptilen und bei den Vögeln für sich beweglich. Die Befestigung des Unterkiefers am Schädel geschieht dann durch zwei einander folgende Gelenkverbindungen und damit in der Art, dass derselbe nicht nur vom Oberkiefer entfernt, sondern auch nach hinten verschoben werden kann, auch die Aeste der beiden Seiten, soweit nicht durch Verbindung der Dentalia darin behindert oder beschränkt, ihre Divergenz verändern.

Fig. 146.

Schädel einer Teju-Eidechse, Podinema nigropunctata Spix, aus Mittelamerika, in natürlicher Grösse.
a. Os intermaxillare. b. O. maxillare. c. Os dentale. d. Os complementare. e. Os articulare oben mit dem Os coronoideum verbunden. f. Os angulare. g. Os nasale. h. Os frontale. i. Os lacrymale. k. Os jugale. l. Os parietale. m. Hinteres Ende des oberen Schläfenbogens. n. O. tympanicum. o. Columella.

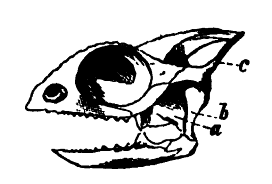
Das bewegliche Suspensorium, aus dem Tympanicum bestehend, trägt an seinem unteren Ende bei den Eidechsen, Sauriern, nicht allein den Unterkiefer, sondern auch die Flügelbeine als mehr gegen den Gaumen hin gewendete Bogen. Diese setzen sich vorn in den Gaumenbeinen fort und der so gebildete Flügelgaumenbeingürtel verbindet sich mit dem Ober-Zwischenkiefergürtel durch ein vom Flügelbein zum Oberkiefer gehendes Os transversum und stützt sich nach innen mit dem Flügelbein auf das Keilbein und mit dem Gaumenbein auf das Pflugschaarbein, den Vomer. Das Transversum aber verbindet weiter diesen Bogen mit dem Jochbein, das ist mit dem infraorbitalen Bogen. Hinten sich erhebend pflanzt sich dessen Brücke in höherer Lage fort im Schläfenbogen, aus dem Postorbitale oder Frontale posterius und dem Quadratojugale, welchem durch Müller das der Fische homologisirt wurde, obwohl dasselbe durch das Tympanicum hier ganz aus der Verbindung mit dem Unterkiefer verdrängt, sich mit seinem hinteren Ende dem Suspensorium oben anlegt, so in Gemeinschaft mit dem mastoidealen Fortsatz des zweiten Schädelwirbels sich zwischen dem exoccipitalen des ersten und das Tympanicum einschiebend.

Von der Seite des Scheitelbeins, also der Decke des zweiten Schädelwirbels, steigt jederseits ein stabförmiger feiner gebogener Knochen, das Säulchen, Columella, senkrecht ab und stützt sich unten auf die innere Kante des Pterygoideum, nahe der Stelle, an welcher dieses ohnehin gegen absteigende Fortsätze des hinteren Keilbeinkörpers, Sphenoideum posterius, gelehnt ist. Obgleich dieser Knochen durchaus nicht an der knöchernen Hirnkapsel Antheil nimmt, indem diese nach innen von ihm durch Knorpel abgeschlossen wird, ist doch nach Vergleich in Gestalt und Stellung mit der

Vertretung der neuralen Bogen am vorderen Keilbeinwirbel und besonders mit den Verhältnissen bei Schildkröten und Schlangen, wohl kein Zweifel, dass wir in demselben nicht etwa ein Viszeralbogenstück, vielmehr ein neurales Bogenstück, die Neurapophysis des zweiten Schädelwirbels, hinteren Keilbeinwirbels, sehen müssen. Indem endlich die Oberkiefer am Gaumen mit den Gaumenbeinen, vorn mit den Zwischenkiefern, oben mit den Nasenbeinen, Thränenbeinen, Stirnbeinen fest verbunden sind, bildet der ganze über dem Munde liegende Kaubogenantheil mit dem Gesichte und der Schädelkapsel mit Ausnahme von deren hinterstem Wirbel ein in sich nur sehr wenig nachgiebiges Gerüst und auch der Unterkiefer kann von dem Suspensorium für Bewegungen über seine Einlenkung an diesem hinaus nur sehr wenig Gebrauch machen. Dagegen giebt der Schädel an der Gränze zwischen seinem ersten und zweiten Wirbel, welche fast eingerichtet ist wie die Verbindung zweier Wirbel durch schiefe Fortsätze, etwas nach.

Beim Chamäleon fehlt die Columella und die Pterygoidea, mehr senkrecht entwickelt, denen der Säuger ähnlicher, stützen sich nicht auf das Suspensorium.

Fig. 147.

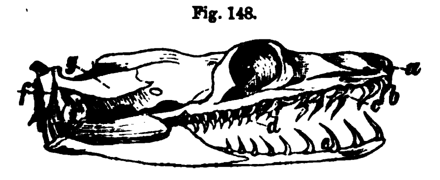


Schädel vom gemeinen Chamäleon, Chamaeleo vulgaris Daudin, aus Algerien, in natürlicher Grösse. a. Os pterygoideum ohne Verbindung mit dem Suspensorium. b. c. Hinterer Schläfenbogen von den Schläfenbeinschuppen zum Scheitelbeinkamme.

Bei den Schlangen, Ophidiern, ist dagegen die Gehirnkapsel durchgehend gut verknöchert und in sich in ganz festem Zusammenhang. Erst vor den Scheitelbeinen beginnt mit einem querübergehenden Knorpelstreif die Beweglichkeit, erhöht sich an den Praefrontalia, welche in der Mittellinie zusammenstossen können, und zwischen diesen und den Nasalia, so dass an allen diesen Verbindungen die Gesichtsdecke gehoben, gegen den Hirnschädel nach oben eingeknickt werden kann. Desgleichen sind die Flügelbeine, die Gaumenbeine, die Oberkiefer und der Zwischenkiefer mit jenen Gesichtsknochen und mit der Schädelbasis nur durch sehr dehnbare Bandverbindungen verknüpft. Hinwider verbinden sich die Flügelbeine durch Transversa ganz fest mit den Oberkiefern, durch Naht mit den Gaumenbeinen und stützen sich hinten neben dem Unterkiefer auf das Tympanicum, welches, mehr und mehr an den vier Ecken ausgebildet, den ihm bei den Vögeln ertheilten Namen des Quadratum verständlich werden lässt. So tritt, bei grosser Freiheit für Haltung der zahntragenden Knochen der Oberkiefergaumengegend, im Ganzen doch nicht allein eine ganz bestimmte Verbindung derer jeder Seite unter einander, sondern durch das Suspensorium auch eine Solidarität der Bewegungen mit denen des Unterkiefers ein. Die beiden Hälften dieses, bei den Sauriern vorne fest verwachsend, sind bei den Schlangen vorn nur durch elastische Bänder ver-

bunden und so sehr verschiedener Stellung zu einander in vertikaler und horizontaler Verschiebung fähig. Sie setzen sich fast noch regelmässiger und stärker aus Stücken zusammen als die der Fische. Man hat solche Stücke unter den gleichen Namen beschrieben wie bei diesen.

Fig. 148.



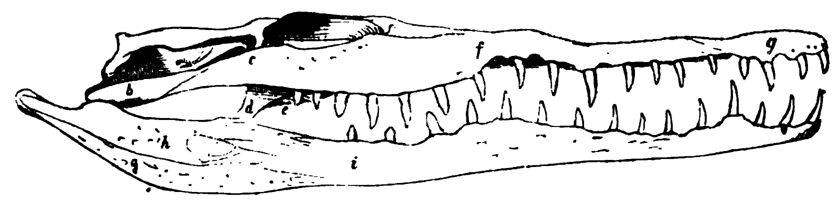
Schädel einer Riesenschlange, Boa constrictor Linné, aus Brasilien, in halber natürlicher Grösse, sammt den vordersten Wirbeln und einer Rippe.
a. Zwischenkiefer. b. Oberkiefer. c. Gaumenbein. d. Flügelbein. e. Dentale des Unterkiefers; die vier letzten Knochen sämmtlich bezahnt. f. Suspensorium. g. Abgegliederte Squama ossis temporum.

Dazu kommt, dass das Suspensorium erst wieder durch Vermittelung eines abgegliederten, eingelenkten Stückes den Schädel erreicht, die Squama temporalis, welche dem Schädel an der Gränze zum Dache des dritten Schädelwirbels schuppig anliegt und sich nach hinten stielförmig auszuziehen pflegt. So wird das Gesammte des Kieferapparats äusserst frei in den Bewegungen. Eine Schlange kann, abgesehen von sehr weiter Aufsperrung des Mundes, mit den oben und den unten liegenden Knochen derselben Seite zusammen und unabhängig von denen der anderen Seite vorgreifen. Sie schreitet gewissermaassen erst mit einem Kiefer, dann mit dem anderen vor, indem das Kiefergelenk einer Seite in einem Bogen nach Aussen und vorn geschoben wird und derweilen das der anderen Seite stehen bleibt. Sie kriecht mit dem Munde über die Beute weg und da sie solche im Allgemeinen nicht zu zerkleinern vermag, schiebt sie dieselbe unter beständigem Zusammenpressen allmählich in die Speiseröhre und den Leibesraum zurück. Bei den Giftschlangen ist dabei der Oberkiefer sehr kurz, seine Verbindungen sind ganz lose und so wird seine Elevation, wenn die Squama vertikal, das Suspensorium zu ihr in grade Linie gestellt und so das Kiefergelenk stark nach vorn und unten gebracht wird, äusserst stark, fast rechtwinklig gegen die Ruhestellung. Die Giftzähne, bei geschlossenem Munde mit den Spitzen ganz nach hinten stehend, kommen dadurch in die geeignete Aufrichtung. Bei den äusserst giftigen Klapperschlangen, Crotaliden, und den danach benannten Botrophiden verräth eine tiefe Grube auf jeder Seite der Nasengegend die Stelle, an welche die äusserst kurze Oberkieferplatte mit dem schweren Giftzahne ihre Angelbewegungen ausführt. Die amerikanischen fossilen pythonomorphen Wasserschlangen konnten ferner jede Unterkieferhälfte wie im Ellenbogen knicken.

Die Krokodile haben im Vergleiche mit den Sauriern oder Schuppenechsen, welchen sie früher wohl als Panzerechsen, Saurii loricati, gesellt wurden, die Solidität des Kieferapparates noch erhöht. Das Tympanicum, indem es eingeschoben und verwachsen ist zwischen dem Quadratojugale,

welches von dem gestreckten Jochbogen aus, statt aufgebogen zu sein, grade und breit nach hinten zieht, und den, Querfortsätzen ähnlich weggestreckten, Seitentheilen des Hinterhauptwirbels, ist gänzlich unbeweglich. Auch sind die Pterygoidea gar nicht mehr in Verbindung mit ihm. So ist von einer

Fig. 149.

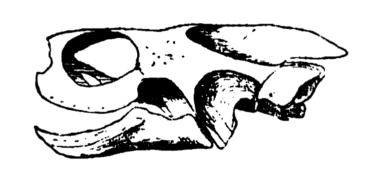


Schädel eines jungen Crocodilus acutus Geoffroy von St. Domingo, zwei Drittel der natürlichen Grösse. a. Os tympanicum. b. Quadratojugale. c. Jugale. d. Transversum. e. Palatinum. f. Maxilla superior. g. Os angulare. h. Articulare. i. Dentale.

Kombination der Bewegungen an Oberkiefer und Gaumen einerseits und am Unterkiefer andererseits gar nicht mehr die Rede. In der gestreckten Schnauze sind die langen Oberkiefer mit Zwischenkiefern, Nasenbeinen, Thränenbeinen, Jochbeinen, Gaumenbeinen und durch die Vermittelung der Transversa mit den Flügelbeinen in langen Nahtverbindungen und der ganze Apparat ist äusserst fest. Die Beweglichkeit zwischen dem Hinterhauptwirbel und dem Komplexe vorderer Schädelwirbel sammt dem Gesichte, welche die Eidechsen auszeichnet, findet eben so wenig statt. So ist der Krokodilschädel gleich solide und einfach zum Zuschnappen des Unterkiefers gegen alles Uebrige eingerichtet als der der Säuger. Zwar sind die Unterkieferarme aus Angulare, Articulare, Dentale und Operculare zusammengesetzt, aber das gewährt ebenso wenig eine Beweglichkeit innerhalb der auch querüber durch feste und bei den Gavialen sehr ausgedehnte Nähte mit einander verbundenen Hälften. Das Kiefergelenk liegt weiter zurück als das Hinterhauptloch und wird überragt durch den kurzen Hebelarm des Angulare. Die Bewegung des ausserordentlich langen Unterkiefers an der Spitze der Dentalia, das Zuschnappen, geschieht sehr rasch.

Der Schädel der Schildkröten erscheint von dem der Krokodile von oben und den Seiten auffällig verschieden, namentlich durch die Kürze der früh verwachsenden Gesichtsknochen, unter welchen ein Zwischenkiefer nur ausnahmsweise abzusondern ist, zuweilen auch durch die Ueberdachung der Schläfengrube vom Hinterrande der Augenhöhle aus, oder Fehlen des Quadratojugale und vom Gaumen aus durch den Mangel der Ueberbrückung des hinteren Theils des Nasengangs gegen den Mundgang

Fig. 150.



Schädel von Emys d'Orbignyi Dum. Bib. aus Amerika, in natürlicher Grösse.

durch die Pterygoidea und den des Transversum, auch die Lage des ganzen Gaumendaches mehr in der Richtung der Schädelwirbelkörper. Aber für die dem Munde dienenden Einrichtungen besteht doch eine ganz nahe Verwandtschaft durch die solide Befestigung des Oberkiefers, die Einkeilung des Tympanicum, den Mangel der Stützung des Pterygoideum auf dieses. Die frühe Verwachsung des Zwischenkiefers mit dem Oberkiefer, sowie die vollkommene Verschmelzung der Dentalia der beiden Seiten zu einem Stücke macht den Vorderrand des Mundes eher noch geschlossener.

Die Vögel schliessen sich durch die Einlenkung des Unterkiefers vermittelst eines besonderen beweglichen Stückes, ihres Os quadratum, den Reptilen so innig an, dass Huxley dem durch die Zusammenfassung beider Klassen unter dem Titel der Sauropsides Ausdruck gegeben hat. Indem dieses Quadratum zwei Gelenkhöcker für die nicht vom Schädel abgegliederte Schläfenschuppe, zwei bis vier solcher für den Unterkiefer, eine Grube für das Quadratojugale, welches eben in der Regel die Verbindung zum Jugale oder Zygomaticum, dem eigentlichen Jochbein, herstellt, und mehr innen einen Höcker für das Pterygoideum hat, überträgt es die, auf es, namentlich an einem Augenhöhlenfortsatz, wirkende, Muskelarbeit auf den kombinirten Apparat der Bogen des Unterkiefers, Oberkiefers und der Gaumendecke. Die Biegsamkeit lang gestreckter Nasenfortsätze im Verlaufe oder eine Art von Einlenkung des ganzen Oberschnabels am Stirnbeine gestatten bei der durch Vermittelung der Flügelbeine und Gaumenbeine, sowie durch den Jochbogen auf den Oberkiefer und Zwischenkiefer geschehenden Uebertragung der Bewegungen des Suspensorium dem Oberschnabel eine Erhebung nach oben. Die Befestigung, welche übrigens immer das Suspensorium durch diese Verbindung mit dem Oberschnabel erfährt, mässigt auch seine Beweglichkeit in der Verwendung am Unterkiefer. An diesem sind die den Dentalia entsprechenden Theile wie bei den Schildkröten so früh median verbunden, dass in der knöchernen Ausführung eine Trennung gar nicht bekannt ist. Indem also die Unterkieferäste weder vertikal noch horizontal weiter gegen einander verschoben werden können, als es ihre Biegsamkeit erlaubt, kommt die Gliederung der Einlenkung durch das Suspensorium oder Quadratum wesentlich nur durch die Federung der verschiedenen Kieferbogeneinrichtungen zur Geltung. Die Art der Verbindung der Palatina und der vorderen Enden der Pterygoidea mit dem Vomer oder aber mit der Fortsetzung des hinteren Keilbeinwirbels nach vorn, dem Rostrum basisphenoideale, oder der Pterygoidea näher der Wurzel des Keilbeins mit queren basisphenoidealen Fortsätzen, die Gestalt des Vomer, welcher verkümmern kann, und der Pterygoidea und Palatina selbst, wobei die Pterygoidea namentlich sehr bestimmt stabförmig werden können, zeigen erhebliche für den Gebrauch wichtige Verschiedenheiten. Diese sind von Huxley für die Bestimmung der Verwandtschaft und Eintheilung ver-

wendet worden, was vorzüglich deshalb sich rechtfertigt, weil dadurch diejenigen Gruppen flugfähiger Vögel sich bestimmen lassen, welche den nicht fliegenden Laufvögeln am nächsten stehen.

Der Specht, dessen Schädel in Ansicht von der Basis anbei gegeben ist, würde zu den Vögeln mit verkümmertem Vomer gehören, welche Desmognathae genannt werden, weil nur die Gaumenbeine direkt in Verbindung treten oder sich statt an den Vomer an die Nasenscheidewand anlehnen.

Fig. 151.



Schädel vom Grünspecht, Gecinus viridis Linné, etwas unter natürlicher Grösse.
a. Foramen occipitale. b. Condylus occipitalis. c. Pterygoideum. d. Muskelfortsatz des Quadratum. e. Maxilla inferior. f. Thränenbein. g. Jugale. h. Palatinum.

Der Unterkiefer der Vögel lässt die ursprüngliche Zusammensetzung aus je zwei Angularia, Articularia, Superangularia, Complementaria, Opercularia und dem unpaaren Dentale verschieden lange erkennen, je nach der frühen oder langsameren Vollendung des Wachsthums. Die Verschiedenheiten der Schnabelgestalt beruhen hauptsächlich auf ungleichem Verhalten des Intermaxillare und des Dentale.

Da die Zunge sehr selten fleischig, in sich formveränderlich ist, behält das Zungenbein, auf dessen Bewegung die Verschiebung der Zunge im Ganzen beruht, eine grosse Bedeutung für die Bewegung der Speise in der Mundhöhle. Dem entspricht die Entwicklung der Zungenbeinhörner. Diese gestatten der Zunge in einzelnen Fällen weit aus der Mundhöhle vor zu treten, um Speise zu erlangen. Es ist ganz überraschend, so die Zunge von Spechten und Wendehälsen mehrere Zoll über die Schnabelspitze hinaus spielen, zu sehen, bis sie eine Käferlarve angehakt hat.

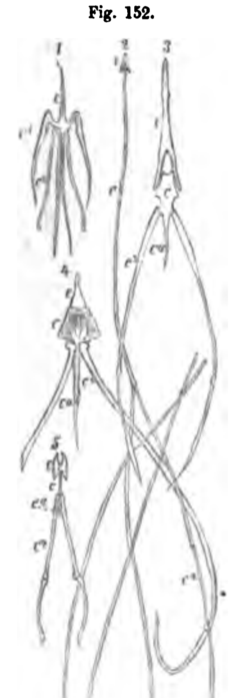
Was über den Fischen von Kiemenbogen erhalten bleibt oder etwa in deren Vertretung auftritt, gesellt sich dem Zungenbeine. Die obersten Stücke, Ossa pharyngea superiora, kommen dabei nicht mehr vor und auch die übrigen Theile vermindern sich, theils durch Abnahme der Zahl der Bogen am hinteren Ende, theils der Glieder der Bogen, dieses sowohl im Vergleiche der Verschiedenen als in der persönlichen Entwickelung der Einzelnen.

In Summe aus eigentlichen Zungenbeinhörnern und Kiemenbogen haben die geschwänzten Amphibien mit bleibenden Kiemen, oder doch bleibenden Kiemenspalten, Perennibranchiata und Perobranchiata derotremata, noch fünf der vier Bogen, die Salamander drei, die Frösche, je nachdem man vom Zungenbeinkörper nicht abgegliederte Fortsätze mitzählt oder nicht, vier oder einen. Von diesen nehmen die letzten, allein abgegliederten Hörner, Cornua thyreoidea, den Kehlkopf zwischen sich.

Bei den Schlangen findet sich nur ein feiner kontinuirlicher, bei den engmäuligen haarfeiner Bogen, bei den Eidechsen regelmässig zwei Paar, aber dazu wohl ein, zwei weitere Hörner andeutender, gespaltener Kiel, bei den Schildkröten mindestens zwei Paar, aber bei den Krokodilen und den Vögeln nur ein Paar Hörner. Beim Chamäleon ist das Entoglossum, das mittlere Tragstück der Zunge, besonders stark entwickelt.

Bei den Vögeln ist dieser Theil, wenn er nicht etwa nur als Knorpelfaden ausgeführt ist, und zuweilen selbst dann, gespalten; so sind symmetrische paarige Entoglossa vorhanden, deren Hinterenden sich hörnerartig ausziehen können. Auf der Gränze des nachfolgenden Körpers und des Kieles, Carina, inseriren sich die eigentlichen Hörner. Während die Entoglossa beim Pelikan, auf dem Grunde des Schnabelsackes angewachsen, sehr kurz sind, sind die der Hühner, Reiher, Möven sehr lang. In der Regel herrscht einige Proportion für Länge des Körpers des Zungenbeins und der Entoglossa, aber keineswegs immer, am wenigsten bei den Spechten, deren Zungenlänge nur durch den fadenförmigen Körper und die Hörner bei ganz winzigen Entoglossa und Mangel der Carina gegeben wird. Da die Carina sich sonst an den Kehlkopf anlegt und mit ihm verbindet, wird durch deren knorplige Beschaffenheit und damit Biegsamkeit und mehr durch jene Verkümmerung die Zunge für ihre Bewegungen unabhängig vom Kehlkopf. Im entgegengesetzten Falle giebt eine Kombination mit diesem Theile und seinen Muskeln der Zunge auch grössere Kraft.

Fig. 152.



Verschiedene Zungenbeine in natürlicher Grösse. 1. Vom Leguan, Iguana tuberculata Laurenti, aus Amerika. 2. Vom gemeinen Grünspecht, Gecinus viridis Linné. 3. Von der Lachmöve, Larus ridibundus Linné. 4. Vom grauen Pelikan, Pelecanus fuscus Linné, aus der Südsee. 5. Vom Kernbeisser, Coccothraustes vulgaris Brisson. e. Entoglossa. c. Körper. ca. Carina. c^1. Vordere Hörner. c^2. Hintere, bei den Vögeln einzige Hörner; beim Pelikan das linke nur zum Theil dargestellt.

Bei den Säugethieren ist das Dach des Mundganges durch ausgiebige Verbindung der Pterygoidea mit den Palatina, der letzteren mit den Oberkiefern, dieser mit den

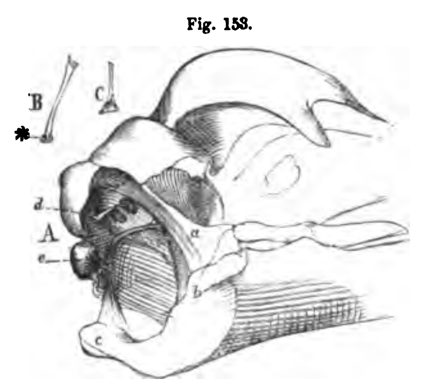
Zwischenkiefern, Nasenbeinen, Stirnbeinen und Jochbogen, Stützung des Gaumens durch die Pterygoidea und den Vomer auf den Hirnschädel und dessen Fortsetzung nach vorn fest getragen, wobei allerdings namentlich für die Solidität an der Zwischenkiefergränze, die Stützung des Jochbogens auf einen hinteren Stirnbeinfortsatz und selbst auf einen Schläfenbeinfortsatz und auch sonst Differenzen bestehen, welche für die Leistungen dieses Apparates bedeutsam sind. Der Unterkiefer entsteht nur aus zwei Aesten, ohne dass die einzelnen, welche doch sehr stark nach dem Winkel ausgezogen sein und einen kräftigen Muskelfortsatz gegen die Schläfe senden können, auch inwendig gut überdeckt werden und einen starken Gelenkkopf besitzen, für irgend eine dieser Partieen besondere Knochenanlagen besässen.

Es entsteht dabei die Frage, wo und wie der Kieferaufhängeapparat der Reptile und Vögel bei den Säugern vertreten sei. In die Erinnerung ist zu rufen, dass derselbe bei den Sauropsiden, das heisst Saurophidiern und Vögeln, als abgegliedertes Tympanicum gefunden wurde und dass dazu bei den weitmäuligen Schlangen eine verschiebbare Squama temporalis kam, während bei den Cheloniochampsoidiern, der Schildkrötkrokodilgruppe, jenes Tympanicum zwar vertreten, aber fest eingeschlossen war. Dazu ist zu ergänzen, dass bei allen Genannten ein Knochenstück auf einem Loche aufsteht, welches von den das Gehörlabyrinth umwachsenden Knochen freigelassen wird und Fenestra ovalis heisst. Dieses Stück ist schon bei den Amphibien als Platte vertreten oder läuft auch schon in einen Stab aus, welcher endlich in einzelnen Fällen schon mit dem Suspensorium in Verbindung tritt, aber die histiologische Qualität der Theile schwankt noch. Bei den Reptilen und Vögeln ist es wenigstens zum grossen Theil knöchern und nur bei niederen Schlangen allein durch die Platte, welche die Fenestra ovalis schliesst, sonst durch einen Stab, ein Knochensäulchen, eine Columella*), vertreten, dessen in der Fenestra ovalis aufsitzendes, anstehendes Ende die Platte bildet, während das abstehende, distale, häufig an das Suspensorium oder an das Trommelfell, welches hinter demselben sich anlehnt, geht. Dieses Stück wird nach seiner Lage in einem Gehörknöchelchen der Säuger, dem Steigbügel, Stapes, wieder gefunden. Schon einige Vögel, besonders Kasuar und Pelikan zeigen die Wände des Säulchens dort, wo es sich der Platte nähert, lückenhaft, so dass dieser Theil in Form sich dem zweischenkligen Steigbügel der Säuger nähert; andererseits giebt es Säuger, namentlich Monotremen und Beutler, bei welchen die Sonderung der Steigbügelschenkel vermisst wird. Die Gestalt der Columella der

*) Man darf diese Columella nicht mit derjenigen verwechseln, welche, wie oben berichtet, bei den Eidechsen auf dem Pterygoideum aufsteht.

Sauropsiden erinnert in sehr hohem Grade an Rippen oder Kiemenbogenantheile. Müsste man nicht jedes in solcher Weise beweglich am Schädel eingesetzte Skeletstück ohnehin als Viszeralbogen ansehen, dann würde diese Form es doch sehr nahe legen. Die unregelmässige und mehrfältige Durchlöcherung bei den genannten wenigen Vögeln scheint übrigens mehr zu den Einrichtungen luftführender Vogelknochen überhaupt zu gehören, als dass sie denken liesse, es handle sich um eine Zusammensetzung aus zwei ursprünglich selbstständigen Theilen gleich dem Capitulum und dem Tuberculum an Rippen, also um einen vorzüglichen und besonderen Rippencharakter.

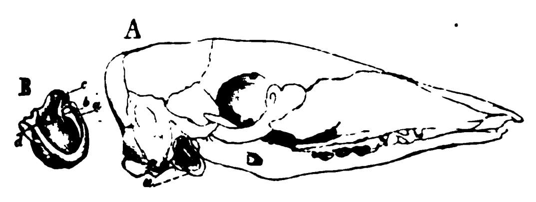
Fig. 153.



Gehörknöchelchen von Vögeln.
A. Hinterer Abschnitt des Schädels des krausen Pelikans, Pelecanus crispus Bruch, aus der Moldau. a. Das Os quadratum. b. Unterkiefergelenk. c. Unterkieferwinkel. d. Steigbügel, Stapes oder Columella, mit der Platte in die Fenestra ovalis eingesetzt, in verkürzter Ansicht. e. Der Hinterhauptsknopf, Condylus ossis occipitis. B. Die Columella für sich, bei * die Platte von mehreren Wurzeln gestützt. C. Die Columella des Kasuar, Casuarius emu Latham, von den Molukken. Alle Abbildungen in natürlicher Grösse.

Dieses demnach von den Amphibien aufwärts vertretene, zuweilen deutlich stabartige, Element liegt, wenn das vordere Zungenbeinhorn gleichfalls an den Schädel tritt, an diesem vor jenem und es folgt, wenn ein Suspensorium vorhanden ist, diesem nach, ohne von weiteren Skelettheilen begleitet zu sein, falls wir nämlich absehen von einer etwa peripherisch ergänzenden, dem Trommelfell anliegenden Knorpelplatte der Vögel. Es legt sich zuweilen dem Suspensorium an, wie sich etwa eine falsche Rippe einer vorausgegangenen anschmiegt.

Fig. 154.

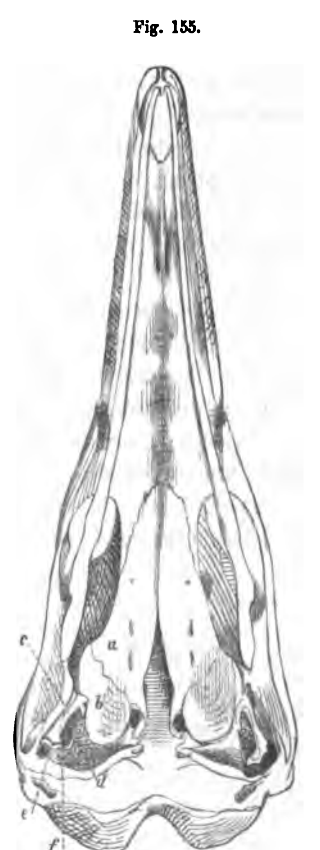


Schädel und Gehörapparat eines ganz jungen Gürtelthieres, Dasypus novemcinctus, Lesson aus Mexiko.
A. Der ganze Schädel in natürlicher Grösse. Bei a die vom Trommelringe umschlossenen Gehörknöchelchen.
B. Dieselben zweimal vergrössert. a. Os tympani. b. Malleus. c. Incus. d. Stapes.

Bei den Säugern finden sich dagegen ausserdem und an Stelle des vermissten Suspensorium oder Quadratum drei Knochen. Zuerst ein fast vollständiger Knochenring, häufig bei Erwachsenen verbreitert und trommelartig gebläht, das Os tympani, die Trommelhöhle umschliessend, diesem

nachfolgend und mehr oder weniger von ihm umgürtet oder geborgen eine Kette von zwei Knochen, dem mit seinem stabförmigen Stiele an das Trommelfell angelehnten Hammer, Malleus, und dem oben mit diesem verbundenen Amboss, Incus. Der Amboss aber steht mit dem Steigbügel in Verbindung. Bei dem abgebildeten jungen Gürtelthier hat der Amboss eine Art von Stiel, dem des Hammers parallel absteigend, und bei der Echidna ist der vordere absteigende Theil des Tympanum oben mit dem Amboss verwachsen und um so viel stärker entwickelt als der hintere unvollständige Abschluss des Ringes, dass auch das Os tympani hier mehr stielförmig und dem Quadratum der Vögel sehr ähnlich erscheint. Hier stützt es sich auch auf das Pterygoideum, und stösst an die unvollkommenere Gelenkfläche für den Unterkiefer, welche wie bei allen Säugern von der Wurzel des Jochfortsatzes des Schläfenbeins an einer dem Quadratojugale entsprechenden Stelle geliefert wird.

Fig. 155.



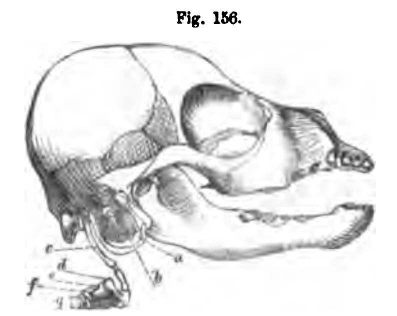
Schädel des Ameisenigels, Echidna (Tachyglossus Illiger) hystrix Cuvier, aus Neu-Süd-Wales, vom Gaumen gesehen, in natürlicher Grösse.
a. Os palatinum. b. Os pterygoideum. c. Os tympani. d. Malleus. e. Incus. f. Stapes.

Indem man den Incus als eine in Rudimenten bei den Vögeln zuweilen vertretene Vervollständigung des Stapes oder der Columella oder des Anfanges zu dieser bei den Amphibien, des Operculum fenestrae ovalis, ansah, musste man den Malleus als Vertreter des Tympanicum der Amphibien, welches die Verbindung mit dem Unterkiefer aufgegeben habe oder auch des Quadratum der Vögel und das ringförmige oder blasige Os tympani der Säuger als eine weitere und beständigere Entwickelung des diesem aufliegenden Ringes oder Beleges von Knorpel oder Knochen ansehen, welchen wir für den Ochsenfrosch Fig. 145, S. 251 abbildeten. Jener Auffassung des Malleus stellte sich die Beobachtung entgegen, dass derselbe auf einem kontinuirlichen Knorpelfaden mit dem Unterkiefer sich entwickelt, während doch ein eigentliches Suspensorium eine besondere, abgegliederte knorpelige Vorbildung hat.

Man suchte deshalb lieber das Suspensorium im Amboss und verstand den Malleus als dem Articulare des Unterkiefers der Sauropsiden und Fische entsprechend, da ein solches in dem eigentlichen Unterkiefer der Säuger nicht sich findet. Es wäre dann das Unterkiefergelenk am Säugerschädel an einer anderen Stelle gebildet als bei den übrigen Wirbelthieren, im Verlaufe des Unterkiefers der niederen, am Dentale selbst. Der Unterkiefer hätte die Ablösung vom Suspensorium unterhalb des Articulare, nicht oberhalb desselben vollzogen. Alle über dieser Stelle liegenden Antheile des in Betracht kommenden Bogens wären frühzeitig in der Entwickelung stehen geblieben und nur für den Dienst des Gehörapparates verwendet. Ist aber, wie Owen meint, in den Knorpeln, welche am Trommelfell der Vögel an der Stelle zu bemerken sind, an welcher der Stapes aufsitzt, die weitere Gehörknochenreihe, namentlich der Hammer der Säuger vertreten, so können im Hammer und Amboss nicht Quadratum und Articulare gesucht werden. So findet Owen die Vertretung des Quadratum der Vögel bei den Säugern in einem dem Felsenbein verwachsenen Stücke. Ihm ist aber auch das Os tympani ein pleurapophytisches Zubehör des Frontalwirbels.

Wie der Hammer von dem Unterkiefer sich frei gemacht hat, so ist die Columella oder ihre geringere Entwicklung, das Operculum der Fenestra ovalis, als das oberste Stück des Zungenbeinapparates, das Suspensorium des Zungenbeins, Os hyoideum, anzusehen, welches wegen der gewöhnlichen Kombination mit dem Aufhängeapparat bei Fischen als Hyo-mandibulare bezeichnet wird. Dieses auch dann, wenn der Rest der Zungenbeinhörner, der vorderen der Säuger, sich, sowie eben der Unterkiefer in seiner Einlenkung, wieder eine neue Befestigung am Schädel geschaffen hat. Wenn allein der hintere dieser beiden Aufhängeapparate sich mit besonderer Gestalt selbstständig macht und Gehörknochen wird, so kann er lang ausgezogen, eine Columella werden, falls nämlich überhaupt eine Trommelhöhle, ein Zwischenraum zwischen dem, den Vorhof des Labyrinths aufnehmenden, Felsenbein und der in der Regel zum Trommelfell modifizirten äusseren Haut sich ausbildet und so ein entsprechender Raum für dieses Wachsthum in die Länge gegeben ist. Werden beide Aufhängestücke in den Dienst des Gehörapparates genommen, so bleibt der hintere stets kurz und der vordere allein bildet einen längeren Stiel aus, das heisst, er steht nicht so früh mit dem Längenwachsthum still, schliesst

Fig. 156.



Schädel eines acht Tage alten Rattenfängers.
a. Os tympani. b. Malleus auf den Incus mit dem oberen Ende gestützt. c. Cornu ossis hyoidei anterius. d. Cornu posterius e. Schildknorpel, Cartilago thyreoidea. f. Ringknorpel, Cartilago cricoidea. g. Einige weitere Luftröhrenringe.

nicht so früh mit seiner Entwicklung ab. Wenn so die Gehörknochen eine, wie es scheint, ausreichende Erklärung finden, so dürfte der Tympanalring oder die Tympanalblase wohl gegenüber den Fischen auf den Kiemendeckelapparat bezogen werden können.

Die Mitwirkung der Zungenbogen, Cornua anteriora, sammt den ihnen aggregirten nächsten Kiemenbogen, den Cornua posteriora oder thyreoidea, welche mit dem Schildknorpel des Kehlknorpels in Verbindung treten und des dazwischen gelegten Körpers bei Führung der Speise in den Mund und Bewegung derselben im Munde, hier meist noch befördert durch eine sehr bewegliche, muskelkräftige, fleischige Zunge, ist bei den Säugern besonders lebhaft. Festigkeit mit Kraft und andererseits Beweglichkeit sind hier, wie sonst, abhängig von der Vertretung der knöchernen Theile und deren Befestigung am Schädel, Kehlkopf und Kiefer, und im Ganzen umgekehrt proportional.

Die einerseits, theils durch Verbindung der einander Nachfolgenden und der symmetrisch Paarigen, theils durch Anlehnung an die Körper, die angewachsenen seitlichen Fortsätze und die oberen, neuralen Bogen der Schädelwirbel, befestigten, andererseits verschiebbaren viszeralen Bogen des Mundes und der Schlundgegend liegen eingebettet in die Muskellager des Mesoderm in der Art, dass dasselbe hier nicht vom Coelom gespalten ist. Die Bewegungen der inneren und der äusseren sie bekleidenden Lagen gehen im Allgemeinen zusammen. Die Athemkammern, welche durch Ueberdachung einiger Bogen und Spalten zwischen solchen durch stärkere Entwickelung von anderen aus entstehen, und von welchen bei der Auffassung der Coelombildung durch Huxley bereits oben die Rede war, haben mit einem solchen grade soviel und so wenig Verwandtschaft als die Athemkammer der Schnecken oder selbst als die Bucht, in welcher der Kopf und Hals der in den Panzer zurückgezogenen Schidkröte stecken. Nur der das Herz umschliessende Raum kann der Pleuroperitonealhöhle mit zugerechnet werden.

In der Mundhöhle der Wirbelthiere giebt es zwei verschiedene Weisen Hartgebilde herzustellen, welche bei der Bewältigung, Zerstückelung der Nahrung und zuweilen auch, die der einen Art sogar eher mehr, zur Erlangung derselben Dienste leisten. Das sind Gebilde aus Hornsubstanz und Zähne. Beide Modalitäten lassen sich ableiten aus den der Haut auf der äusseren Körperfläche möglichen Bildungen und sind zuweilen mit solchen kontinuirlich.

Die betreffenden Horngebilde sind wie alle anderen Horngebilde durchaus aus epidermoidalen oder epithelialen Zellen hergestellt, indem solche in ihren peripherischen Lagern mehr und mehr, unter Umwandlung der Rinde in Hornsubstanz und Schwund des Zellsaftes oder Zellkörpers und Undeutlichwerden des Kernes, hart, dabei, für ihre Gestalt von der Form der unterliegenden Haut in der Hauptsache abhängig, bei flächiger Entwicklung

dieser flach und bei fasriger oder papillärer dem entsprechend gestreckt werden. Die oberflächlichen Lagen sind dem Abschleiss unterworfen, die tieferen, lebendig, den Blutgefässen näher, zuletzt Schleimhaut ähnlich weich, besorgen in Vermehrung den Ersatz. Die Ernährung geschieht in Durchtränkung jeder mehr oberflächlichen Lage von den tieferen, die der tiefsten von den weiteren Geweben der Haut oder Schleimhaut, mesodermalen Ursprungs und gefässreich. Wie die Form der Unterlagen bedingend ist für die epidermoidalen Gebilde, so sind auch weiche Zotten, Papillen, Fasern, Wülste ohne Auflagerung von Hornbekleidungen, Scheiden oder Zähnen als Vorläufer solcher in der Reihe der Thiere wie in der Entwicklung der Einzelnen zu betrachten.

Bei den Fischen und Amphibien, bei welchen die Oberhautbekleidung der äusseren Körperfläche kaum irgendwo schwieliger Verdickungen sich fähig zeigt, sind Horngebilde im Munde im Dienste der Nahrungsbewältigung seltene Ausnahmen. Besonders entwickelt sind jedoch solche bei den Neunaugen. Während Ammocoetes, nach August Müller unselbstständiger Larvenzustand für Petromyzon, nur Papillen in der Mundhöhle hat, bedecken sich solche bei letzterer Gattung mit festen Schichten von Hornzellen. So entsteht zunächst eine Bekleidung des inneren Ueberzuges des grossen Lippenschirmes mit Hornzähnen. Bei Petromyzon marinus beschreibt man letztere wohl als in drei Ringe geordnet. Man kann sie vielleicht noch besser als in elf Paar von der Peripherie gegen das Zentrum hinziehender gebogener Linien stehend beschreiben, von welchen die längsten je elf Zähne enthalten, von diesen die des Randes kleiner. Durch das Zusammenlaufen seitlicher Linien gegen den Rücken werden die am meisten dorsalen in ein Dreieck eingeengt, unvollständig; die ventralen sind ohnehin kürzer und ärmer an Zähnen. Die der Mundöffnung zunächst stehenden, grössten Zähne verschmelzen mehr oder weniger. Dadurch entsteht bei P. marinus eine zweispitzige „Zwischenkieferplatte" und eine achtspitzige querstehende „Unterkieferplatte". Auch die Zungenknorpel haben eine Bewaffnung mit gezähnten Hornplatten, von welchen oben die Rede war. Den Lippenrand umgürten ein zarter, ganzrandiger Hautsaum und ausserhalb dieses radiär gestellte Blättchen, etwa hundertunddreissig an Zahl und jedes dreioder viermal zersplissen, so dass mehrere Hundert kurzer Mundfäden gebildet werden. Diese Besonderheiten des Mundtrichters erhöhen die Aehnlichkeit mit den Cephalopoden, welche uns in Anknüpfung an die Zungen-

Fig. 157.



Mundausrüstung der Lamprete, Petromyzon marinus Linné, aus dem Neckar, in natürlicher Grösse. a. Zwischenkieferplatte. b. Unterkieferplatte. c. Hornbewaffnung der Zungenknorpel. d. Mundfäden.

knorpel aufgefallen war. Jeglicher spitze oder etwas hakenförmige Zahn ist von einem den Saugnäpfen der Cephalopoden vergleichbaren Wulste umgeben.

Bei den karpfenartigen Fischen bildet ein unter der Basis des Hinterhauptbeins entwickelter hämaler Bogen auf der Verbindung seiner Schenkel eine breite Platte. Auf dieser wird die Bekleidung der Mundhöhle, namentlich bei der Schleie und dem Näsling schwielig verdickt und, indem die zahntragenden unteren Schlundknochen gegen diese Stelle gedrückt werden, giebt jene Platte beim Kaugeschäfte den Widerhalt.

Froschlarven, Kaulquappen, haben erst hornige Zahnspitzchen am Mundrande und nachher eine Besetzung dieses Randes mit einer gesägten Schnabelplatte, Alles das, bevor sie Zähne ausbilden. Bei Siren aber persistiren gezähnte Hornscheiden neben den eigentlichen Zähnen.

Bei den Saurophidiern sind hornige Epithelien oft auf der ganzen Zunge oder doch an deren Spitze vertreten und können der Nahrungsaufnahme dienlich sein. So besteht bei Szinkoiden ein starker Gegensatz zwischen der vorderen, schuppigen, die Speise zerquetschenden und der hinteren weichen, schwammig zottigen, vorzüglich empfindenden Abtheilung der Zunge.

Bei den Schildkröten werden wie bei den Vögeln obere und untere Schnabelabtheilung mit einem Hornschnabel bekleidet. Nur bei den Trionychiden, Flussschildkröten, deren Oberhaut überhaupt in der Hornentwicklung weit hinter dem Gewöhnlichen der Schildkröten zurückbleibt, werden die Kiefer von weichen Lippen bedeckt.

Bei den Seeschildkröten kehren Hornbildungen wieder als Belag auf Papillen des Oesophagus und machen diese in dem mittleren Theile so stark und dornig, dass sie den Hautstacheln des Ameisenigels, der Echidna, gleichen. Mit den Spitzen gegen den Magen gerichtet, hindern solche das Entweichen lebendig verschluckter Speise und schieben bei den Muskelbewegungen des Oesophagus das Gewimmel gallertiger, pelagisch schwimmender Thiere, von welchen jene Schildkröten zum grossen Theile*)

Fig. 158.



Ein Stückchen der Speiseröhrenbewaffnung von einer Seeschildkröte, Eretmochelys caouana Schwenckfeld (caouanna Ray) von Palma de Mallorka; Uebergangspartie mit hornbedeckten Spitzen und weicheren Falten und Papillen, in natürlicher Grösse.

*) Zu einer Zeit, da es mir in Palma de Mallorka mit der pelagischen Fischerei durchaus nicht glücken wollte, fand ich doch den Magen einer Caouana-

leben, nach hinten. Solche entwickeln sich allmählich aus den niedrigeren, rundlichen, weichen Papillen oder Falten des oberen und unteren Speiseröhrabschnitts dieser Thiere.

Die Schnabelhornscheiden der Vögel, aussen und über die Mundränder weg auch innen auf Zwischenkiefer, Oberkiefer, Unterkiefer aufliegend, gehen an den Mundwinkeln allmählich über in verdickte aber hornlose Hautlager. Die Hornlager setzen sich in verschiedener Entwicklung auf die Zunge, den Gaumen, die Umgebung der Stimmritze und die hinteren Oeffnungen der Nasengänge fort, manchmal als Bekleidung auffälliger stachliger auch gesägter und zu Kämmen oder Rechen zusammengeordneter Papillen, welche die Speise im Munde und in den weiter gewiesenen Wegen zurückhalten und fördern. Spitzen und Fäden der Zungenhaut bedeckend, helfen sie Angelhaken ähnliche Organe oder Pinsel darstellen, welche bei der Ergreifung von Insekten oder auch von Honig Dienste thuen. Die an den hinteren Nasenöffnungen, Choanen, bewahren, wie die hinter der Stimmritze liegenden, die Luftwege vor Eintritt der Speise. An den Schnabelrändern ist die Hornmasse bei den Lamellirostren, Enten, Gänsen, Flamingos, Sägern zu querstehenden Leisten oder Sägezähnen geformt, zwischen welchen unter Zurückhaltung aufgefischter Speise das mitgefasste Wasser entweichen kann. Die Schnäbel sind sehr verschieden an Gestalt. Kurz, schwach, weit aufgerissen bei den Ziegenmelkern, Schwalben, Fliegenfressern; stark hakig, auch an den Rändern scharf gezähnt bei den Raubvögeln; pfriemförmig bei den meisten Singvögeln; plumper konisch bei Finken und in gröberer Ausführung bei den Raben; gestreckt, bald grade, bald abgebogen bei Kolibris, Honigvögeln, Wiedehopfen, Baumpickern, bei vielen Watvögeln; aufgebogen bei Recurvirostra; einseitig gebogen bei dem ebenso seltenen als seltsamen Anarhynchus frontalis Quoy und Gaimard aus Neuseeland; spatelförmig bei Platalea; einem Löffel ohne Stiel oder einer Teller ähnlich bei Cancroma und in kolossaler Ausführung bei dem gewaltigen Balaeniceps des oberen Nils; in der Kuppe vom Flachen zu höherer Wölbung aufsteigend von den Enten zu den Gänsen und Schwänen; keilförmig bei Spechten; korbartig ausgetieft bei Papageien; äusserst umfänglich bei den Pfefferfressern; mit von sehr lockerem, lufthaltigem Knochengewebe getragenen, das tiefe Einsinken des Schnabels in kräftig angehauenes Aas oder weiche Früchte hindernden Aufsätzen versehen bei den Nashornvögeln und in vielen anderen Formen sind sie einer ebenso vielfältigen Verwendung fähig. Sie sind die Instrumente der Vögel, wie für Nahrungserfassung und Zerkleinerung, so für Putzen, Ordnen, Schmieren

schildkröte ganz gefüllt mit Siphonophoren und dem Krebse Phronima sedentaria in seinem Gallerthäuschen.

des Gefieders, für Liebesbezeugungen und Vertheidigung, für Nestbau und Füttern der Jungen. Namentlich bei körnerfressenden Vögeln erscheint die hornartige Oberhautentwicklung wieder im Muskelmagen, indem sie dessen von den starken Muskeln hin- und hergeschobenen sehnigen, aponeurotischen Platten bekleidet und in Gemeinschaft mit verschluckten Steinen einen ausgezeichneten Mahlapparat darstellt.

Aeusserlich ganz schnabelartig ist unter den Säugern die Bekleidung des Gesichtes vor den Augen beim Schnabelthier, Ornithorhynchus paradoxus Blumenbach. Die nackte Haut erhebt sich an der Wurzel des Schnabels zu einem Saum, die Schnabelränder sind lamellös, wie bei Enten. Auf den Kanten der Unterkiefer wie der Oberkiefer bilden sich jederseits je zwei zahnähnliche Stücke aus, welche nach Lassaigne aus Horn mit nur 0,3 Prozent Kalkphosphat bestehen. Die vorderen sind sehr schmal, in die Richtung der Kieferbeine gestellt, mehr schneidend, die hinteren haben breite Kauflächen; die hohlen Hornröhrchen stehen senkrecht. Bei dem nächst verwandten Ameisenigel, Echidna hystrix Cuvier, fehlen diese Zähne und eine lederartige Bekleidung ersetzt rings um den sehr wenig geöffneten Mund den Schnabel.

Horngebilde im Munde kommen ferner pflanzenfressenden Cetaceen und den Bartenwalen zu. Von jenen, den Sirenen, hatte die ausgestorbene Rhytina Stelleri Cuvier ausschliesslich eine hornige Bekleidung des vorderen Gaumens und des Mundbodens; beim Dugong, Halicore cetacea Illiger, ist solche namentlich unten quer über den beinahe rechtwinklig abgebogenen Endtheil des Unterkiefers als fast kreisförmige Zahnplatte neben Zähnen vorhanden.

Bedeutsamer sind die vom Gaumen als quer hinter einander gestellte Blätterpaare herabhängenden, an der Wurzel auf Falten der Mundhaut aufsitzenden Barten, welche, eingeleitet durch hornige Vorsprünge am Gaumen des zahnarmen Dögling, Hyperoodon, mit dem gänzlichen Abortivwerden der Zahnkeime im embryonalen Zustande bei den Bartenwalen zahlreich auftreten. Beim Grönlandwal, Balaena mysticetus Cuvier, sind ihrer nach Owen jederseits zweihundert, nach Anderen um mehr als die Hälfte mehr; sie nehmen vorn und hinten an Grösse ab, erreichen in der Mitte leicht über acht, zuweilen bis fünfzehn Fuss Länge und geben zusammen auf einen echten Wal ein bis zwei Tonnen schwarzen Fischbeins. Auch sie enthalten eine kleine Beimengung phosphorsauren Kalkes zu dem Eiweisskörper des Hornstoffs. Sie sind histiologisch zu vergleichen grossen Mengen verklebter Haare und lösen sich an den der Mundhöhle zugewendeten Innenkanten in haarähnliche Fasern auf. Grade hierdurch halten sie beim Zufassen des Mundes selbst sehr kleine Thiere, wie jene Wale sie fressen, im Munde zurück, während das Wasser zwischen den Querlamellen entweicht. Der Wal siebt sich das Futter aus dem Seewasser, von welchem

bei jedem Schliessen des Mundes Tausende von Pfunden zwischen den Barten durchgehen. Die Entwicklung von Horngebilden im Munde bei Bartenwalen und Sirenen steht im Gegensatz zu dem bei jenen vollständigen, bei diesen fast vollständigen Mangel an Haaren auf der Haut. Bei den Sirenen bleiben eben nur um den Mund und in dessen Dienst einige grobe stummelförmige Haare erhalten.

In grosser Verbreitung, aber mit wenig selbstständigem Vortreten kommen bei Säugern hornartige Oberhautbildungen auf der Zunge vor. Sie bilden beim Stachelschweine schuppenartige Platten; meist, und besonders auffällig bei den Raubthieren aus den Familien der Katzen, Hyänen und Viverren, nach hinten gerichtete Spitzen, dienlich sowohl beim Ablecken des Fleisches von Knochen als beim Putzen des eigenen Körpers. Auch die Querwülste des Gaumens sind öfter mit schwieligen Entwicklungen der Epidermis gedeckt und gezähnt. Bei Echidna finden sich daselbst rückwärts gerichtete Stacheln. An der Innenfläche der Backen können selbst vollkommene Haare stehen, zum Beispiel beim Hasen. Im Ganzen erreichen diese Einrichtungen bei der Beweglichkeit der Zunge und der Backen nicht die kräftige Ausführung, welche bei den Vögeln so gewöhnlich ist.

Der zweiten Art von Hartgebilden im Munde und Schlunde, den Zähnen, liegen als das Wesentliche Verknöcherungen in dem eigentlichen Hautgewebe zu Grunde. Durch solche wird die Zahnsubstanz, Zahnbein, Elfenbein, Dentin, Substantia eburnea, gebildet an Dentinkeimen. Diese sind in der Regel papillenartig sich begränzende, von den Nachbaren sich absondernde Abschnitte an anfänglich kontinuirlichen Zellanhäufungen an der Stelle, an welcher eine Reihe von Zähnen entstehen wird. Auf dem Gipfel solcher Einzelkeime bildet sich, von dem Reste als feinfaserigem Bindegewebe unterschieden, eine Lage mit zahlreichen feinen Ausläufern versehener Zellen, „Odontoplasten", Zahnzellen. Die Ausläufer oder Fasern verästeln sich und treten durch ihre Aestchen mit einander in Verbindung, sie ziehen sich immer länger aus. Es gehen dabei die Körper der mehr peripherischen Odontoplasten immer wieder in den Fasern auf, während tiefer liegende, mit welchen sie bis dahin durch ihre Ausläufer in Verbindung standen, an ihre Stelle kommen.

Zwischen den Fasern bildet sich intercellulare Abscheidung, ganz der der Knochen entsprechend, Knochenbein gebend und verkalkend. Die Fasern laufen in dieser in geordneten Zügen, die einzelnen spiral gedreht, zunächst umgeben von widerstandsfähigeren Zahnscheiden, so dass sie mit diesen in feine Kanälchen der Grundsubstanz eingebettet scheinen. Die Formen, unter welchen Knochengewebe an feinen, gestreckten Knochen, Flossenstrahlen, Gräten und Schuppen von Fischen erscheint, führen von dem gewöhnlichen Verhalten der Knochensubstanz mit spindelförmigen Knochenzellen und deren kürzer verbindenden Ausläufern über zu diesem eigenthümlichen

gänzlich faserigen oder röhrigen Bau. Die ersten Anfänge der Dentinbildung treten in der Form von Scheibchen oder Käppchen an der Spitze des Zahnkeims auf und zeigen, häufig unter Mitwirkung der Schmelzbildung, bald diejenige Anordnung in Erhebungen und Vertiefungen, welche später der Oberfläche der unabgeriebenen Zahnkrone zukommt. Es können mehrere getrennte Anlagen später zur Verlöthung unter einander kommen. Das Wachsthum geschieht in der Richtung der Fasern als Verdickung und in Ausdehnung der Verkalkung auf neue als Verbreiterung; Beides unter Umständen während des ganzen Lebens dauernd, in anderen Fällen nach einiger Zeit abschliessend, so dass die „Zahnwurzeln" geschlossen werden, nachdem sie vorher eingeengt waren, und wohl auch die Zusammensetzung, welche im oberen freien Theil, der „Krone", versteckt war, wieder durch Spleissung deutlich machen. Die Zahnhöhle bleibt in verschiedenem Grade auch in abgeschlossenen Zähnen erkennbar.

Accessorische Bildungen zu den Dentinzähnen sind der Zahnschmelz, Email, Substantia vitrea oder adamantina, und der Zahnkitt, Cement, Substantia ossea.

Der Zahnschmelz ist gebildet durch Verkalkung von Oberhaut in den erst im Ganzen in Rinnen angelegten, dann den einzelnen Zahnkeimen zugetheilten, deren Spitze überdeckenden endlich mit einem Halse abgeschnürten, nicht hohlen Entwicklungen der Epithelschicht der Mundhaut, den Schmelzkeimen, in deren innerem, dem Dentinkeim anliegenden Bodenantheile, dem Schmelzorgane. Er besteht, den zu Grunde liegenden Epithelzellen entsprechend, aus prismatischen Körpern, welche auf dem Gipfel der Zahnkrone länger sind und im Ganzen einen grösseren Durchmesser haben, als die Dentinröhrchen. Sie allein sind an wahren Zähnen Oberhautgebilde und, abgesehen von dem die grosse Härte bedingenden Kalkreichthum, den Horngebilden der Mundhaut gleichwerthig.

Der Cement ist eine, in der Regel nicht bedeutende, häufiger auf den Wurzeltheil beschränkte, seltener die Krone mit überdeckende Schicht wirklichen Knochens mit den charakteristischen Elementen dieses Gewebes, den Knochenkörperchen. Am meisten der Unregelmässigkeit fähig, scheint er als der am wenigsten spezifische Theil des Zahnes, diesem an sich fremd, durch den Druck des Zahnkeims auf die Umgebung in ähnlicher Weise wie auch sonst leichte scherbige Knochenauflagerungen zu entstehen. Er hat keinen besonderen Keim. Beim Trocknen und Bleichen von Skeleten löst er sich leicht von der Zahnsubstanz ab. Wenn diese selbst verwittert, so leisten die nächsten Hüllen der Fasern grösseren Widerstand als die weitere Grundsubstanz und der Zahn zerfällt in Bündel von Fasern.

Wo das Dentin den Schutz des Email nicht hat, schleisst es rasch ab.

Die Zähne haben nicht nothwendig eine Verbindung mit den Knochen, welche die Mundhöhle umgeben. Sie können allein in weichen Theilen eingewurzelt sein und sind beim Teufelsfisch, Lophius, und Cyprinodonten beweglich an Ligamenten. Gewöhnlicher gehen sie eine Verbindung mit Knochen oder den entsprechenden Knorpeln ein, indem sie entweder auf deren Kanten, reitend, aufsitzen, sich an sie seitlich anlehnen, oder sich mit breiter Grundlage auf sie stützen, auch durch den Cement anwachsen, oder zwischen parallele Kanten oder in Gruben der Knochen, Alveolen, eingebettet sind. Ihre Verwendung wird dadurch viel kräftiger. In einem seltenen Falle, bei der Schlange Rhachiodon wird der Dentinantheil des kombinirten Zahnes ersetzt durch untere Dornen von Halswirbeln, welche mit Email überzogen in den Oesophagus hineinragen und jener Schlange dazu dienen, die vorsichtig geraubten rohen Eier erst im Schlingen zu zerbrechen, so dass der Inhalt ungeschmälert in den Magen gelangt.

Die nicht ganz selten von einem emailartigen Ueberzuge bedeckten Schuppen, Schilder und Dornen von Ganoidfischen und Selachiern, namentlich die ausser dem Munde stehenden, im günstigsten Falle auch in Alveolen eingekeilten, Sägezähne an der Schnauze der Sägefische und durch jene Vermittelung auch gewöhnliche Fischschuppen erläutern die morphologische Verwandtschaft zwischen Mundzähnen und Hautverknöcherungen, welche in einigen Fällen durch die physiologische Verwendung der einen wie der anderen zur Vertheidigung und zum Angriff auf Beute verstärkt wird.

Einige Fische haben weder Hornzähne noch Knochenzähne, Amphioxus, Stör, Lophobranchier; Chimaera hat zwei Gaumenzähne*) und vier Unterkieferzähne. Sehr sparsam sind ebenfalls die Zähne bei einem Theil der Plektognathen, Diodon, Triodon, Tetrodon, und Polyodon hat deren nur ganz jung. Die Zahlen steigen anderswo bis zu Hunderten und bei einigen sind alle der Mundhöhle anliegenden Knochen mit Zähnen besetzt. Bei Centrophorus granulosus Bloch, einem Hai, treten den Zähnen homologe Plakoidschüppchen bis in die Cardia. Von Cuvier an hat man die Anordnung, je nachdem, mit der der kurzen Fäden geschorenen Sammets, der Wimperhaare, der Borsten, der Feilzähne verglichen. Seltener sind schneidende und mahlende Zähne, Körnchen gleich halben Perlen, grössere Platten; gewöhnlicher sind konische; bei den Haifischen findet man häufig mehrspitzige oder mit gesägten Rändern, auch mit divergirenden Wurzelausläufern. Bei Myliobates bilden sechseckige Zahnplatten eine dichte zierliche Mosaik. Das Dentin wird häufig von Gefässen durchsetzt, Vasodentin, mehr knochenähnlich, Osteodentin, und zeigt im Verlaufe der Fasern Verschiedenheiten; so auch der der den Zahn erzeugenden Pulpa ent-

*) Ich betrachte, wie oben angedeutet, den Oberkiefer der Chimaera nicht als angewachsen, sondern als verkümmert, so dass die oberen Zähne Gaumenzähne im allgemeinsten Sinne sind.

prechende Hohlraum. Wirkliches Email kommt öfters vor, so bei den Balisten, Papageifischen, den Sargus, den Doraden. Die Stellung in Haufen und in mehreren Reihen ist nicht selten. Bei den Haien schieben sich im Wachsthum der Kiefer stets neue Reihen auf deren Höhe, gebildet scheinbar auf freien, nur von einer Falte überdeckten, Papillen, während die älteren Reihen ausfallen. Hier und in vielen anderen Fällen ist eine wahre Emailbildung nicht vorhanden, wohl aber eine festere Rindenschicht des Dentins. Seit man für das Email nicht mehr eine Entstehung in eigentlichen Säcken annimmt, ist der Unterschied weniger erheblich. Sofern es sich bei aller Dentinbildung nicht um Verkalkung von oberflächlichen Epithellagern handelt, kann auch für solche Haifischzähne der erste Anfang der Bildung nur unter dem Epithel liegend angenommen und die Ueberdeckung der jungen Zähne mit einer Falte nicht der ganzen Bedeckung eines abgeschlossenen Zahnkeimes entsprechend erachtet werden.

Ein Fisch kann verschiedene Arten von Zähnen der Form nach besitzen.

Bei den Amphibien finden sich Zähne nur noch aufgesetzt und mit den Knochen verwachsend auf Zwischenkiefern, Oberkiefern, Unterkiefern, Pflugschaarbeinen, Gaumenbeinen, seltener auf Flügelbeinen und Keilbeinen, das vorletzte bei Siredon und Menobranchus, das letzte bei Salamandra glutinosa. Die Zähne stehen nur ausnahmsweise in Haufen, bei Siren am Unterkiefer und Gaumen, oder in mehrfacher Reihe, bei Epicrium am Unterkiefer. Den Fröschen fehlen sie fast ausnahmslos unten, der australe Myobatrachus hat überhaupt nur zwei im Zwischenkiefer, einige Kröten haben gar keine. Die Zähne am Vomer und Gaumen können sich quer neben einander reihen. Die Zähne sind in dieser Klasse im Ganzen einfach, spitz, wenig kräftig; sie entstehen in abgeschlossenen Kapseln, die neuen verdrängen die alten, wobei die Keime oft sehr zahlreich sind. Die jungen Zähne liegen anfangs lose am Knochen. Das Dentin wird von einer Lage Cement bedeckt.

In der Klasse der Reptile haben die Saurophidier zum Theil ebenfalls ausser den dem Unterkiefer, Zwischenkiefer und Oberkiefer zugetheilten Mundrandzähnen noch Gaumendachzähne. Namentlich haben fast alle Schlangen Zähne an Gaumenbeinen und Flügelbeinen und so oben eine zweifache Zahnflucht. Dagegen kommt es selten, so bei den Pythoniden, vor, dass solche im unpaaren Zwischenkiefer sich finden, welcher dann bei der symmetrischen Zerlegung des übrigen Kiefergreifapparates einen festen Punkt bildet. Bei den Eidechsen fehlen die Gaumenzähne meistens und sitzen, wenn sie vorkommen, an den Pterygoidea, so bei der gemeinen Zauneidechse und bei Iguana, hier in Anordnung gleich einem Paare gebogener Bürsten zur Seite der Choanen.

Bei den Krokodilen endlich beschränkt sich das Vorkommen der

Zähne ganz wie bei den Säugern auf die die Mundspalte begränzenden drei Paare von Knochen.

Die Zähne sind bei den Reptilen fast immer konisch in verschiedenen Verhältnissen des Querschnitts zur Länge, oft, besonders bei den Schlangen, sehr spitz, schlank, gebogen, nach innen oder hinten gerichtet, vielmehr zum Greifen als zum Kauen geeignet, bei den Eidechsen mehr mit breiter Spitze, sich folgend wie die Zähne einer Säge, zuweilen die einzelnen mehrspitzig, so die hinteren bei Podinema, oder im Abschleissen mehr plump. Auch die der Krokodile können ungleich in Form sein, bald alle spitz, bald die hinteren mehr keulenartig mit geschwollenen Kronen, auch in Grösse, so dass einer jederseits, besonders unten, eckzahnartig hervorragt. Grosse durch bestimmte Aehnlichkeiten zusammengehaltene Gruppen von Eidechsen, die Iguaniden und die Agamiden, zerfallen, in Uebereinstimmung mit dem Wohnsitze, nach der Art der Verbindung der Zähne mit den Kiefern, indem bei Pleurodonten der neuen Welt die Zähne sich an die Innenfläche der Aussenwand der Kiefer anlehnen, bei Akrodonten der alten Welt solche auf die Kieferränder gesetzt und an sie angewachsen sind. Das schliesst aber nicht aus, dass andere Gruppen, obwohl auch der alten Welt angehörig, gänzlich pleurodont sind. Auch unterscheidet man die hohlen Zähne der Coelodonten von den soliden der Pleodonten. Unter den älteren Zähnen, in ihrem Hohlraum steckend, oder neben ihnen, entwickeln sich neue und werfen jene aus. Bei Krokodilen kann man alte Zähne von neuen abheben, als wären sie nur eine Rindenschicht derselben. Die Zahl der Zähne ist bei ihnen gross, bei echten Krokodilen beträgt sie im Ganzen etwa sechs Dutzend, beim Gavial neun Dutzend.

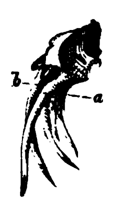
Während bei den Eidechsen nur die mexikanische Art, Heloderma horridum, übrigens für giftig gehalten, Furchen in den Zähnen hat, ist das bei den Schlangen an den Oberkieferzähnen ein Charakter der giftigen. Gefurchte Zähne können dabei am hinteren Ende der Reihe der Oberkieferzähne, Opisthoglypha, oder am Anfange dieser Reihe, vorne stehen Proteroglypha, oder es können die im Oberkiefer stehenden sämmtlich gefurcht sein, wobei die Ränder durch Erhebung, Berührung, Verwachsung an dem mittleren Theile des Zahnes die Furche zum Kanale abschliessen, Solenoglypha*). An der Spitze bleibt dieser Kanal auf der konvexen Zahnwand mit einer feinen Spalte offen und an der Basis bleibt an eben dieser Wand ein Zugang zu demselben. Das schliesst die Existenz von kleinen Gaumenzähnen, also die der Doppelreihe, nicht aus.

Mit den Furchen oder Kanälen treten die Ausführungsgänge von Speicheldrüsen, deren Absonderung giftig ist, in eine besondere Kombination. Man hat zunächst für jeden Zahn, auch wenn viele sind, eine Speicheldrüse zu denken, deren Gang neben dessen Insertion an der Aussenfläche mündet.

*) σωλήν Kanal, Röhre, γλυφή eine vertiefte Zeichnung, γλυφίς Einschnitt.

Indem bei Schluss der Furche zum Rohre an der Zahnbasis ein Loch offen bleibt, läuft das Speichelsekret in die Rinne oder Röhre und vorn am schrägen Abschnitt derselben in die vom Zahne geschlagene Wunde. Je sparsamer die Zähne, und bei den Thanatophidiern ist jedesmal nur einer am Oberkiefer angewachsen und in Funktion, wenige andere stehen nachwachsend in Reserve und lose, um so grösser kann die zugetheilte Drüse werden; je länger der Zahn, und bei Crotaliden erreicht der fertige wohl über einen Zoll Länge, um so sicherer trifft die Verletzung ein Blutgefäss des Opfers und führt das Gift in den Kreislauf, in welchem es die Blutkörperchen leistungsunfähig macht. Stehen Giftzähne erst hinten im Munde, so wirken sie nicht beim Zuschnappen, sondern nur auf bereits gefasste Beute, auf welcher die Kiefer voranschreiten können, also nur auf verhältnissmässig kleine Thiere, deren Ringen mit dem Tode abkürzend. Die starken Schleimhautfalten gestatten, dass in der ruhigen Lage die grossen Giftzähne verborgen liegen; mit der Vorschiebung des Oberkiefers durch die Flügelbeine vom Tympanicum aus und vermittelst der Transversa erheben sie sich aus diesen Verstecken. Die vom Giftgange ganz gesonderte Anlage des einzelnen Zahns gestattet, dass ein Zahn nach dem anderen mit ihm sich kombinirt.

Fig. 159.



Oberkiefer und Giftzähne einer Klapperschlange, Uropsophus durissus Linné, aus Costarica in natürlicher Grösse.
a. Der grosse mit dem Knochen verwachsene Zahn. b. Der nächst grosse Reservezahn. Daneben ein Bündel jüngerer Zähne. An der Wurzel und an der Spitze öffnet sich der Kanal zur Rinne.

Rhachiodon oder Dasypeltis scaber Merrem hat kaum merkliche Kieferzähne. Die oben erwähnte Bekleidung der bei Schlangen überhaupt sehr entwickelten unteren Dornen der dem Kopfe folgenden Wirbel mit Email und das Vortreten dieser emaillirten Knöpfchen in den Oesophagus geschieht bei dieser Art namentlich in der Gegend vor dem Herzen. Diese Fortsetzung der Gebisstheile auf Rumpfwirbel ist von grösstem Interesse.

Es wird behauptet, dass bei Schildkröten und Vögeln Zahnkeime vorhanden seien, ohne dass es zur Entwickelung von Zähnen kommt. Während diese Thiere später in gewissen Zwischenräumen in den Kieferknochen nur die Gefässlöcher, wie solche sonst zum Durchtritt der Blutgefässe der Zahnpulpe dienen, zeigen, haben sie wenigstens zuweilen embryonal den jüngsten Zahnkeimen ähnliche Zellanhäufungen.

Unter den Säugern finden sich bei denjenigen Walen, welche gar keine Zähne ausbilden, also den Bartenwalen, noch viel deutlichere Zahnsäckchen bis gegen die Mitte des embryonalen Lebens und zwar zu mehr als Hundert. Ausser diesen Bartenwalen sind unter den Säugern die Monotremen theils ganz zahnlos, theils wenigstens ohne wahre Zähne. Gänzlich zahnlos sind ferner unter den Edentaten die Schuppenthiere, Manis,

und die Ameisenfresser der Gattung Myrmecophaga im weiteren Sinne. Es scheint dagegen, dass man die Zähne des afrikanischen Ameisenscharrers, Orycteropus, als wirkliche Zähne betrachten muss. Das sonderbare, dem spanischen Rohr ähnliche Ansehen erhalten dieselben dadurch, dass sie statt einer weiten einfachen oder grob getheilten Zahnhöhle ein System von Röhren haben, von welchen eine jede mit von ihr ausstrahlenden, mit Dentin inkrustirten Fasern besetzt ist, und so ein Prisma bildet, aus einer Menge von welchen dann jeder Zahn zusammengesetzt erscheint.

Im Uebrigen hat die Art der Folge der Zähne in der Entwicklung denjenigen Gelehrten, welcher die ausführlichsten Untersuchungen über diesen Gegenstand gemacht hat, R. Owen, veranlasst, die Säuger in solche zu theilen, welche nur einen Satz Zähne ausbilden, Monophyodontes, und solche, welche einen zweiten Satz erhalten, Diphyodontes.

Man unterscheidet diese beiden Serien von Zähnen als „Milchzähne" und „Ersatzzähne". Bei den Elephanten erscheinen die Backzähne in langsamem Vorbrechen hinter einander, so dass im Allgemeinen nur einer von den sechs in jeder Kieferhälfte sich folgenden jeweilig in vollem Gebrauche ist, die neuen immer mächtiger als die alten; die zwei oberen und zwei unteren zusammengehörigen stellen gewissermaassen jedesmal eine besondere Serie, einen besonderen Zahnsatz dar, und es dauert nach Maassgabe des ziemlich verbürgt über achtzig Jahre alt gewordenen asiatischen Exemplars unseres Museums, bei welchem der letzte untere Backzahn noch nicht einmal das Zahnfleisch durchbrochen hatte, als das Thier an Alterserscheinungen, Fettherz, zu Grunde ging, das Zahnen bis in das höchste Alter fort. Die Elephanten würden zwischen den beiden Gruppen Owen's zu vermitteln oder der ganzen Frage einen anderen Charakter zu geben scheinen, wenn nicht, wie wieder unser junges afrikanisches Skelet zeigt, neue Stosszähne wirklich ganz an Stelle der erst gebildeten Milchzähne träten. Für die Spitzmäuse nimmt Owen an, dass sie die Zähne schon vor der Geburt wechseln, Ed. Brandt, dass sie überhaupt ein Milchgebiss nicht ausbilden. Sicher gelten für monophyodont die Bruta oder Edentata, soweit sie Zähne haben, also die Faulthiere, Gürtelthiere und der Orycteropus, und die echten Cetacea, soweit sie im gleichen Falle sind, also die Zahnwale. Es ist beachtenswerth, dass grade diese beiden Gruppen auch zahnlose Formen bilden können, und, wenn man, wie es wohl geschieht, die Monotremata zu den Edentata stellt, wie die Bartenwale so auch die Edentaten in einer Art Horngebilde statt der Zähne gebrauchen. Die Monophyodontie erschiene demnach, wenn man die Verwandtschaften mit in Rechnung nimmt, als der niedere Bezahnungsstand und dem entsprechen die einfacheren Gestalten und die histiologischen Merkmale.

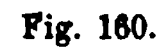
Nach Vorgang unvollkommenerer älterer Versuche hat Linné vorzüglich auf die Zähne und besonders auf die Vorderzähne, Dentes primores, die

Eintheilung der Säugethiere begründet. Für solche Dentes primores achtet man am oberen oder in der gewöhnlichen Haltung vieler Vierfüsser vorderen Mundrande die Gränze durch die Naht des Zwischenkiefers zum Oberkiefer gegeben und man nennt sie gewöhnlich Schneidezähne, Dentes incisivi, was aber nicht für alle Fälle korrekt ist. Linné unterschied vielmehr grade gewisse Ordnungen auf den schneidenden Charakter dieser Zähne von anderen, bei welchen sie nicht schneidend sind. Im Unterkiefer fehlt dieses Unterscheidungsmittel der Zahngruppen und man ist darauf angewiesen, diejenigen Zähne als Vorderzähne oder Schneidezähne zu betrachten, welche den entsprechenden des Zwischenkiefers gegenüber stehen oder sich in ähnlicher Weise wie solche von den nachfolgenden durch einen Zwischenraum Diastema, durch einen stark vorragenden Eckzahn, oder durch ihre Gestalt abtheilen lassen. Wo die Zwischenkiefernaht früh verwächst, und im Unterkiefer überhaupt, sind, da diese Merkmale im Stiche lassen können, nicht selten Zweifel über die einzelnen Zähnen zu ertheilenden Titel entstanden.

In der Regel lassen sich Vorderzähne, ein Eckzahn, Dens caninus, in jeder Position und dahinter Backzähne, Dentes molares, unterscheiden. Im Ersatzgebiss entsteht eine grössere Anzahl von Backzähnen, aber die neu entstandenen hinteren Backzähne haben dabei öfter deutlich eine grössere Aehnlichkeit mit den Backzähnen des Milchgebisses, Dentes molares decidui, als die vorderen, so dass die vorderen Backzähne eingeschoben erscheinen. Schon an den Vorderzähnen, mehr an den Backzähnen besonders den vorderen erscheinen häufig mehrere Spitzen; die hinteren Backzähne haben meist starke Kronen mit breiten Mahlflächen.

Vorzüglich die Backzähne der Hufthiere und vieler Nager erhalten komplizirte Gestalten, welche sich so erklären lassen, dass das Wachsthum der Zahnkeime in der Längsrichtung der Kiefer ein lebhafteres sei, als das der Kieferrinne, welche sich in Alveolen zur Aufnahme jener abtheilt. So faltet sich der einzelne Keim mit einer oder mehreren queren Falten. Sind solche mehr oder weniger scharf geknickt und die nachfolgenden von einander frei, so erhält der Zahn sogenannte Prismen, sehr schön zum Beispiel bei den Feldmäusen. Aus der Faltung der Zähne mit Anlehnen der Faltenwände an einander, bei den Dentes complicati, lässt sich die Zusammensetzung aus im Verlaufe nicht kontinuirlichen aber mit einander verkitteten Platten der Dentes compositi ableiten. Aus der Kombination solcher Faltungen mit Bildung von Höckern und Spitzen durch ungleiche Erhebung, letzteres nicht allein in Reihenfolge nach der Richtung der Kiefer, sondern auch querüber den Zahn und ebensowohl für die Emailkappen, erklären sich die verwickelten Zahngestalten. Die Dentes compositi lassen sich übrigens ebensogut aus Verwachsung mehrerer ableiten. Eine

solche kann schon bei jeglicher Spleissung der Wurzeltheile von Zähnen angenommen werden; mehr wenn, wie namentlich beim Elephanten, eine Anzahl von querstehenden Abtheilungen, welche als mit Email überzogene Dentinplatten die beiden eigentlichen Zahnsubstanzen im Abschluss enthalten, nur durch Cementlager verkittet ist. auch nicht allein in den Wurzeln diese Zusammenklebung fehlt, sondern auch im Abschleisse die vorderen Platten zum Ausfallen kommen können, während die hinteren noch zusammenhängen und weiter arbeiten.





Unterkiefer der rechten Seite des Meerschweinchens, Cavia cobaja Schreber, mit einem sich meisselförmig zuschleifenden Schneidezahn i und vier aus je zwei Prismen mit nach Aussen gewendeten Spitzen zusammengesetzten Backzähnen 1 bis 4. Von oben und innen, etwas verkürzt gesehen; in natürlicher Grösse.

In der Regel, aber nicht beim Schweine, sind es die mittelsten Vorderzähne, welche zuerst zum Durchbruch kommen, bald vor, bald kürzer oder länger nach der Geburt. Bei nahe Verwandten, beispielsweise zwischen Menschen und Affen und letzteren unter einander, bestehen erhebliche Unterschiede darin, welche Zähne früher oder später im Wechsel definitiv fertig gestellt werden, dieses besonders ungleich für die Eckzähne, mit der Beziehung, dass das früh Fertige weniger umfänglich wird. Die Ausbildung von mehr und stärkeren Zähnen im Ersatzgebiss geht Hand in Hand mit der für die Profile älterer Thiere im Vergleiche mit jüngeren so bedeutsamen starken Ausbildung des Gesichtstheils des Schädels und der der Muskelkämme des Gehirntheils zum Schaden der Entwicklung der Schädelhöhle. Starken Eckzahnwurzeln entsprechen Auftreibungen der Oberkiefer bei Pavianen, Ebern, Walrossen, den kolossalen oberen Schneidezähnen der Elephanten die Grösse der Zwischenkiefer.

Zähne der Säuger können das ganze Leben hindurch wachsen. In diesem Falle bleiben sie an der Wurzel offen und nehmen hier entweder an Umfang dauernd zu, wie die Stosszähne des Elephanten, oder doch nach anfänglicher Zunahme später nicht wieder ab, wie Zähne, namentlich überall die Vorderzähne, bei früh auswachsenden Nagern. Bei anderen Nagern und sonst gewöhnlich schliessen die Backzähne ihr Wachsthum früher oder später ab und haben dann eingeengte zuletzt mehr ausgefüllte Wurzeln.

Die Zähne der Bruta oder Edentata und der Zahnwale haben keinen Schmelz, bei den Elephanten bedeckt er am Stosszahne nur die äusserste Spitze, während er bei den untergegangenen Mastodonten, den nächsten Verwandten der Elephanten, an der Vorderwand wie bei den Nagern in Form eines Bandes herablief. Eine mit Email bekleidete Zahnwand oder Zahnk...

leistet dem Abschleiss grösseren Widerstand. Durch den grösseren Abschleiss an der ungeschützten Hinterwand haben die Schneidezähne der Nager stets eine Meisselform. An mit Email umkleideten Backzähnen bleiben die Wände und, falls der Zahn gefalten ist, die eindringenden Schmelzfalten über dem Niveau des Dentins. Am stärksten ist die Emaillirung bei den Hufthieren. Auch ist bei den Pflanzenfressern im Allgemeinen die Krone dicker mit Cement überzogen. Gefässreiches Dentin findet sich bei den Bruta, doch weniger bei den Gürtelthieren als bei den Faulthieren.

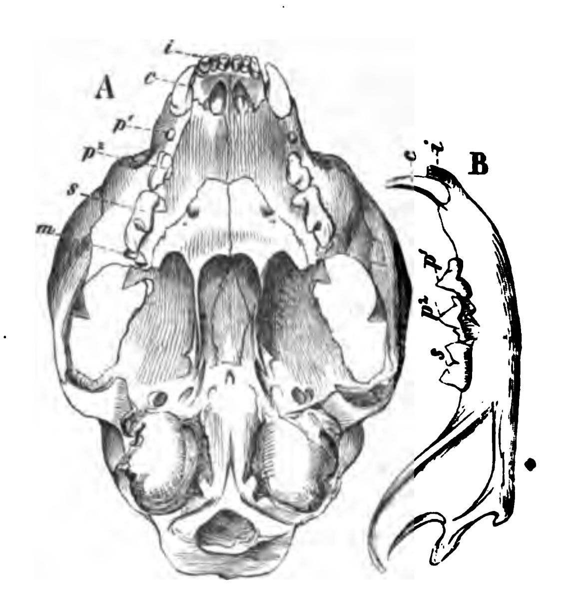
Zahl der Zähne und Differenzirung stehen bis zu einem gewissen Grade in umgekehrter Proportion, doch finden sich in den Gruppen, welche in einem Theile der Arten die meisten und die wenigst differenzirten Zähne haben, neben diesen andere, wie ohne Zähne, so auch mit sehr wenigen. Während das Riesengürtelthier gegen hundert Zähne hat, haben die Faulthiere achtzehn oder zwanzig; neben Delphinen mit zweihundert und mehr stehen die Butzkopfwale, Hyperoodonten, bei welchen nur zwei oder vier Zähne unten durchbrechen und die Narwale, bei welchen von zwei alleinigen oberen Stosszähnen meist ein einziger persistirt*).

Die Zwischenkieferzähne fehlen den Wiederkäuern mit Ausnahme der Kamele und Llamas, den Faulthieren, fast allen Gürtelthieren; sie fallen mehr oder weniger früh aus oder sind sparsam oder klein oder unregelmässig bei Nashörnern und Verwandten, Walrossen, Elephanten, einigen Halbaffen, Fledermäusen, einem Theil der Beutler. Das veranlasste für einige von diesen bei Linné die Zusammenstellung mit den Bruta im jetzigen Sinne, für andere, Chiromys, Hyrax und Phascolomys, dem Wombat, auch noch bei Späteren, selbst Cuvier die Einordnung zu den Nagern, deren Charakter mit zwei Vorderzähnen oben und unten, mit Ausnahme der sonderbaren Vermehrung um zwei kleine obere Stummel bei den Hasen und Pfeifhasen, äusserst bestimmt gegeben ist. Andererseits ist die Sechszahl für oben für unten sehr verbreitet und bestehen bei einer Ueberschreitung leicht Zweifel über den Charakter der darüber hinaus gehenden Stücke. Auch die unteren Vorderzähne können fehlen und bei den Faulthieren und Elephanten bildet der Kiefer dann an dieser Stelle einen Schlurf, auf welchem Lippen, Zunge, Rüssel geschickt gleiten. Wenn überhaupt Differenzen gegeben sind, können doch Dentes canini als an der bestimmten Gränzstelle über die Höhe der Nachbaren aufragende, einfache Zähne mangeln und die Vervollkommnung des Wiederkäuercharakters in Ausgang von Schweinen durch Kamele, Llamas, Moschusthiere und Hirsche bewegt sich zum Beispiele durch immer stärkere Abnahme an oberen Vorderzähnen und Eckzähnen bis zum voll-

*) Die Sammlung des verstorbenen Professor Vrolick zeigte einige Narwalschädel mit zwei Stosszähnen, dabei die Spiralzüge beider in gleichem Sinne verlaufend.

ständigen Verschwinden solcher. Die Beschränkung der Backzähne auf je zwei in jeder Position setzt unter den Nagern die australische Hydromys auf nur zwölf Zähne im Ganzen herunter. Alte Warzenschweine verlieren wohl alle Zähne zwischen dem kolossalen Eckzahn und dem letzten hintersten Backzahn, welcher sehr lang und sehr komplex ist, indem er, vergleichbar denen von Elephanten und Mastodonten, aus acht und mehr durch quere Abtheilungen geschiedenen Reihen von jedesmal einigen neben einander geordneten Säulen besteht. Sehr stark entwickelte Zähne bringen überhaupt gewöhnlich ihre Nachbarn zum Schwunde.

Fig. 161.



Gebiss der Hauskatze, Felis domestica Brisson, in natürlicher Grösse.
A. Oberschädel vom Gaumen gesehen. i. Die Schneidezähne. c. Der Eckzahn. p^1 und p^2. Die vorderen Backzähne oder Lückzähne. s. Der Reisszahn. m. Der einzige Mahlzahn. B. Rechter Unterkiefer; d. Buchstaben mit gleicher Bedeutung.

Die Backzähne der Raubthiere werden in der Regel durch einen ausgezeichneten Zahn, Dens lacerans oder sectorius, Reisszahn, so getheilt, dass die vor diesem liegenden Dentes praemolares nur gesägt, im Uebrigen schneidend, die hinter ihm liegenden mit Mahlflächen versehen sind, während er selbst beide Eigenschaften durch eine äussere Schneide und eine innere oder hintere Platte, Gradus, verbindet. Bei den Katzen freilich werden oben die mit einem einzigen sehr kleinen Mahlzahn, Dens tritorius, hier Kornzahn, und einem winzigen Gradus am Dens lacerans gegebenen Kaueinrichtungen äusserst gering und unten fehlt Beides ganz.

Ausser der mechanischen Arbeit an der Nahrung, für das Einführen,

das Absonderen, das Mischen, das Hin- und Herschieben, das Zerkleineren, für welche die Bewegungen an den beweglichen Gürteln des Unterkiefers, des Zungenbeins und selbst des Kehlkopfs, sowie eventuell der formveränderliche Muskelkörper der Zunge selbst, die Backen und die Lippen, in Betracht kommen, geschieht bereits in der Mundhöhle eine Absonderung von Substanzen, welche theils mehr nützlich werden dadurch, dass sie organische Theile schützen, arbeitsfähig erhalten, theils dass sie, der Nahrung beigemischt, an dieser erste Verdauungserscheinungen zu Stande bringen. Die einschlägigen Verhältnisse haben begreiflicher Weise, gleich den weiteren Verdauungsvorgängen, bei grossen Wirbelthieren, vorzüglich Versuchsthieren aus der Klasse der Säuger, am genauesten verfolgt werden können und die hier gemachten Beobachtungen sind ziemlich maassgebend für die Vorstellungen von dem, was in den anderen Klassen geschehe. Wir verschieben deshalb das Physiologische hierfür und für die weitere Verdauung bis zu den Säugern.

Was die Organisation betrifft, so findet man schon bei Fischen, wenn auch nicht mit Sicherheit den Speicheldrüsen zuzurechnende, doch jedenfalls drüsige Gebilde im Munde. Die Karpfen haben am Gaumen ein dickes Kissen, reich an Gefässen, Nerven und wohl auch Muskeln, welches gereizt sich stellenweise zu Papillen formt und Schleim aus Poren entleert. Bei der Neunauge öffnen sich die Schleimdrüsen der Mundwand in Säcke, welche unter der Zunge durch eine kleine Oeffnung ihren Inhalt ergiessen. Falten innerhalb der Lippen sind öfters drüsig und der elektrische Aal hat verästelte Anhängsel der Mundschleimhaut an Zunge, Gaumen und Wange. Die Lippen der Fische, oft sehr verschiebbar durch Bewegungen der Kiefergürtel, sind nicht grade häufig in sich weich, wulstig und massig, beispielsweise unter den Karpfen am meisten bei Catostomus, Labeobarbus, dann bei den Mugiloiden und Lippfischen. Weichmäulige Fische haben auch am gewöhnlichsten Bartfäden, welche theils über dem Munde, theils hinter der Unterlippe angebracht sind und, wie es scheint, der Untersuchung aufgewühlten Schlammes nach Speise dienen. Der wenig entwickelte Zungenkörper der Fische meist mit harten Rauhigkeiten, oft mit wirklichen Zähnen bedeckt, dient weder der Geschmacksuntersuchung noch irgend welcher Absonderung.

Dass die Fortsetzung der weichen Theile über die knöcherne Wand zwischen Nasengang und Mundgang hinaus, das Gaumensegel der Säuger, bei den Fischen, bei welchen mit Ausnahme der Myxinoiden entweder ein Nasengang ganz fehlt oder doch höchstens der äusserste Mundrand durch weit getrennte Nasengänge durchsetzt wird, nicht vorhanden sei, bedarf kaum besonderer Erwähnung. Der Schlund der Fische ist in verschiedener Weise durchbohrt durch die Zugänge zu den Athemorganen, wovon bei letzteren genauer Notiz genommen werden soll.

Die starken Muskeln der kurzen Speiseröhre sind zuweilen mit den Wirbeln in Verbindung. Die inneren Bündel, in der Längsrichtung geordnet, erweiteren durch ihre Zusammenziehung die Speiseröhre, die äusseren ringförmigen schnüren sie zusammen. So werden die Bissen aus dem Munde an den, mit Ausnahme der Knorpelfische und einiger durch Schwäche der Kiemenbögen ausgezeichneter Teleostier, sich auch noch weiter als durch Verringerung der Abschnitte dazu besonders gestaltenden, öfter wirklich kauenden, letzten Kiemenbögen, den Ossa pharyngea inferiora, in Empfang genommen und nach hinten befördert. Längsfalten gestatten in der Regel die Speiseröhre bedeutend zu erweiteren, so dass die meisten Fische verhältnissmässig grosse andere Fische verschlucken können. Auch stehen wohl Falten quer und etwas mit den Spitzen gegen hinten gerichtet, so beim Stör, wo sie sich zu Papillen erheben, welche in fünf Hauptreihen, in den zwei ventralen am schwächsten, in den drei dorsalen stärker, namentlich die seitlichen gewöhnlich zweispaltig, und etwa sechs oder acht in jeder Längsreihe, geordnet sind. Ich verfolge dabei die Querstreifung der Oesophagealmuskulatur bis weit über diese Papillen hinaus und finde sie, wenn auch weniger deutlich, noch in der Gegend der Einmündung des Schwimmblasenganges. In den Fällen, in welchen, wie nach Cuvier und Anderen, bei Rhombus xanthurus, Stromateus fiatula und Tetragonurus diese Papillen verhärtete Ueberzüge haben, müssen sie den Horngebilden der Seeschildkröten nahe kommen. Bei Selache umstellen ähnliche Gebilde den Mageneingang.

Der Magen der Fische ist in der Regel nicht in sehr ausgezeichneter Weise von der Speiseröhre abgesetzt, mehr allmählich erweitert und dann in Umbiegung gegen den Ausgang wieder verengt, so dass eine grosse Krümmung erst dorsal, dann nach hinten, endlich ventral, eine kleine erst ventral, dann nach vorne, endlich dorsal und der Ausgang wieder nahe beim Eingang liegt. Die grosse Krümmung kann sich zu einem Blindsacke nach hinten ausziehen, Coekalform des Magens, besonders bei solchen, welche grosse Beute verschlingen, so beim Hecht. Andererseits fehlt den niederen Knorpelfischen, Dermopterygiern und einigen anderen jene Magenkrümmung, so dass der Magen sich gerade in den Darm fortsetzt. Bei den Mormyrusfischen ist der Magen sehr rund. Auf der meist platten Innenfläche kann man die Mündung der Magendrüsen erkennen. Die Wand der Gegend am Magenausgang, Pförtner, Pylorus, ist zuweilen mit auffallend dicken Muskelmassen versehen, so beim Stör, bei welchem durch die starke Einkrümmung des Magens diese Partie wieder ganz vorn liegt. Der Magenausgang ragt dann zapfenartig in den Anfang des Darmkanals.

Der Pylorialtheil des Magens ist bei Ausbildung eines Blindsackes dem Mageneingang, Cardia, nahe gerückt und dann öfter durch kräftige Muskel-

wände wie geschwollen. Bei den Meeräschen, Mugil, folgt auf einen einfachen schwachen Magenblindsack eine Pförtnergegend mit einem einer Zwiebel gleichenden, überaus starken Muskelkörper, dessen innere Epithelbekleidung, auch verdickt und plattenartiger Abstossung unterworfen, der hornigen Magenauskleidung körnerfressender Vögel nahe kommt. Doch kann sie wenigstens für die Mittelmeerform Mugil cephalus Cuvier nicht, wie es von Owen geschieht, eigentlich hornig genannt werden. Bei dem Haifisch Selache enthält die Pylorialabtheilung eine besondere Erweiterung. Im Ganzen ist der Abschluss des Magens gegen den Darm viel energischer als der gegen die Speiseröhre oder gar dieser gegen den Schlund, so dass im Allgemeinen gröbere Gegenstände wohl aus dem Magen wieder in die Mundhöhle zurücktreten, vielleicht zuweilen wiedergekaut und ausgebrochen werden, aber nicht in den Darm gelangen können, vielmehr alle grobe Verdauung im Magen geschehen muss.

Fig. 162.

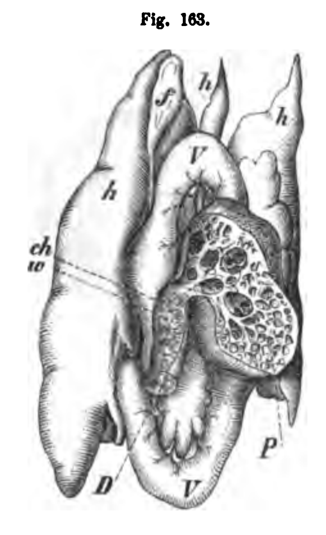


Magen und Darm der Meeräsche, Mugil cephalus Cuvier, aus Spezia, in natürlicher Grösse. a. Der weite Eingang des Magens vom Oesophagus aus. b. Der Blindsack. c. Der muskulöse Pylorialabschnitt. d. Die Pylorialanhänge. e. Der Darm.

Hart hinter dem Magen folgt bei den meisten teleostischen Fischen eine Einrichtung, welche in anderen Wirbelthierklassen ihres Gleichen nicht findet, die der Pylorialanhänge, Appendices pyloricae. Es sind das dicht unter dem Magen dem Dünndarm anhängende und in letzteren mündende meist wurmähnlich gestreckte Schläuche, nur ein einziger bei Polypterus bichir und Ammodytes lancea, zwei beispielsweise beim Türbot, drei beim Barsch, vier bei Cottus, fünf und mehr bei den Knurrhähnen und so fort, endlich bei der Makrele nach Stannius 191. Diejenigen Fische, welchen sie ganz fehlen, leben wenigstens zum Theil von Pflanzen oder sehr kleinen Thieren, so dass eine bestimmte Beziehung zu der Art der Verdauung zu bestehen scheint, doch nur in Ueberführung der in den Appendices gelieferten Säfte in das Hauptrohr des Darms, indem diese Anhangshöhlen Speise nicht aufzunehmen pflegen. Die Appendices sind manchmal in einer Längsreihe, manchmal ringförmig geordnet, gabeln sich auch wohl. Bei dem Stör, der Chimaere, den Haien sind sie wie zu einem Kuchen verbunden, welcher von verästelten, beim Stör von drei Hauptlöchern aus zugängigen wabenartigen Hohlräumen durchsetzt ist, welche Anordnung schon

äusserlich bemerkbar ist. Bei Selache führt aus diesem, dann wohl für das Pancreas erklärten, Organ ein einziger mit einer Papille endender Gang in den Darm. Weiterhin ist der Darm der Fische selten, und hauptsächlich wieder bei solchen, welche Pflanzen oder sehr kleine Organismen fressen, wie den karpfenartigen, auch bei einigen anderen, den Chätodonten, dem Mondfisch, dem Tetrodon, dem Sandaal und dem Schwerdtfisch, lang und in vielfache Windungen gelegt, öfter wenig gewunden, einmal zurückkehrend oder gar grade zum After verlaufend, letzteres bei Rochen und Haien, unter den Knochenfischen beim Häring und den Nadelfischen. Sonst nahe verwandte zeigen hierfür zuweilen grosse Verschiedenheiten.

Fig. 163.

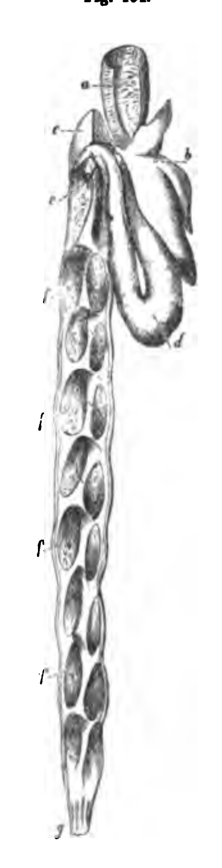


Oberer Abschnitt des Verdauungsapparates vom Störe, Sturio (Acipenser) sturio Linné, aus dem Rhein, ein Achtel der natürlichen Grösse.
V. V. Einknickungen des Magens. P. Pylorialanhänge. D. Duodenum. h. h. Leberlappen. f. Gallenblase. ch. Gallengang. w. Pankreatischer Gang.

Auch durch andere Eigenschaften charakterisirte Ordnungen und Unterklassen von Fischen zeichnen sich durch die „Spiralklappe" im Darm aus. Deren Bildung fängt an bei Petromyzon, bei welcher Gattung an der Eintrittsstelle der Speiseröhre in dem Darm eine Falte liegt, ohne weitere Magenbildung, und sich als Längsfalte, kaum sich windend, bis zum kurzen Mastdarm fortsetzt, im freien Rande die Darmvene führend. Eine solche Längsfalte kann sich nach zwei verschiedenen Richtungen hin entwickeln. Entweder, indem sie an Höhe bedeutend zunimmt und ihren freien Rand gegen die Basis hin stark einrollt, ist sie mit der letzteren in einer graden oder wenig gewundenen in der Längsrichtung des Darms laufenden Linie an der Darmwand befestigt, so beim Hammerfisch und bei verschiedenen Haien, Carcharias und Galeocerdo. Oder die Befestigungslinie läuft in einer Spirale an der Innenwand des Darmes und die Falte selbst erscheint gleich einer Wendeltreppe, so dass die Speisen, um zum Mastdarm zu gelangen, den Windungen folgen müssen. Ausser für die meisten Haien und die Rochen gilt das für die Chimaeren, die Ganoidfische, allerdings mit Verkümmerung bei Lepidosteus, und die dipnoischen Fische. Bei Chimaera hat diese Treppe drei, beim Stör acht, beim Fuchshai auf sieben Zoll Länge vierunddreissig Windungen. Man rechnet den mit der Spiralklappe versehenen Darmtheil dem Dickdarme zu, welcher bei Gegenwart jener Einrichtung ziemlich lang sein kann.

bei den anderen Fischen aber nur durch ein kurzes und grades Rectum vertreten ist. Der Darm mündet bei den Selachiern vor den Harnleitern und etwaigen Geschlechtsgängen in die Kloake, bei den teleostischen Fischen von jenen gesondert. Dabei kann der After zunächst durch starke Entwicklung des Schwanzes zu Ungunsten der Bauchhöhle, so bei Plattfischen, Aalen, besonders Zitteraalen, und anderen, dann aber auch in einer Lage, welche überhaupt durchaus nicht mehr dem Hinterende der Bauchhöhle entspricht, weiter nach vorn gerückt sein, als es die Körperverhältnisse zu bedingen scheinen, mit den Bauchflossen in die Gegend der vorderen Gliedmaassen, ja bei den „heteropygischen" Amblyopsis und Chologaster, dann bei dem akanthopterygischen Aphredoderus vor das Becken. Die Gränze des Dünndarmes gegen den Dickdarm ist ganz selten durch einen oder zwei Blindsäcke bezeichnet. Auch besitzen Haie einen engen drüsenreichen Blinddarm nahe dem After, dessen Ausgang rückläufig in den Darm mündet.

Fig. 164.



Unterer Abschnitt des Verdauungsapparates vom Störe, Sturio sturio Linné, aus dem Rhein; ein Achtel der natürlichen Grösse.
a. Duodenum. b. Milz. c. Nebenmilz, vielleicht aus symmetrischer Anordnung mit ungleicher Entwicklung. d. Knickung des Dünndarmes zum zweiten Schenkel. e. Zapfenförmige Vorragung des Dünndarmes in den Klappendarm. f. f Der Klappendarm; der Weg des Darminhalts gemäss der Spiralklappe ist durch eine punktirte Pfeillinie angegeben. g. Mastdarm.

Die zunächst für Speiseaufnahme arbeitenden Theile im Darme sind die Epithelien. Dieselben sind überall zart und empfangen ihre besondere Anordnung durch die unterliegenden bindegewebigen, gefässreichen Lager der Schleimhaut. So giebt es im Darme Falten, Zotten, Papillen, glatte, gerunzelte Flächen, netzförmige Balkenwerke und Grübchen. Solches kann in verschiedenen Darmtheilen ungleich sein und ähnliche Verschiedenheiten zeigen die Innenflächen der Pylorialanhänge. Im hinteren Abschnitte verliert die Darminnenwand mehr und mehr jene besonderen Einrichtungen und wird schliesslich meist ziemlich glatt. Die Fasern der Muskelhaut des Darmes liegen aussen der Länge des Darmes nach, innen kreisförmig. In der Regel ungestreift, sind sie nach Reichert beim Barsch längs des ganzen Darmes querstreifig. Im äusseren serösen Ueberzuge des Darmes und in den aufhängenden Mesenterien, welche die histiologische Kontinuität zwischen jenen Ueberzügen und der Ausklei-

dung der animalen Umhüllung der Bauchhöhle herstellen, am meisten aber in dieser Auskleidung selbst sind oft ganz ähnliche Pigmentzellen, sowie deren Modifikation mit metallisch glänzendem subkrystallinischem Inhalt vertreten, wie in der äusseren Haut von Schuppenträgern in dem die Schuppen überziehenden Hautantheil.

Die Leber, schon beim Amphioxus durch einen Sackanhang am Darme vertreten, erlangt bei allen anderen Fischen die Gestalt einer massigen Drüse, deren Ausführungsgänge sich zu groben Stämmen vereinigen und hat meist ein ähnliches bräunliches, seltener gelbes oder röthliches, grünliches, schwärzliches Ansehen, wie bei den höheren Wirbelthieren. Sie funktionirt auch auf gleiche Weise, indem sie ausser dem durch die Leberschlagader zugeführten, vorher vom Herzen durch die Kiemen getriebenen, dort arterialisirten Blut, rückläufiges von den verdauenden Eingeweiden, Magen und Darm, und von der Milz erhält, und daraus in den von Haargefässen umspülten Leberzellen Galle abscheidet. Die Erweiterung des Hauptausführungsganges der Leber, in der Regel durch eine kanalförmige Abschnurung abgesondert, welche man Gallenblase nennt, gestattet die Aufspeicherung der Galle in Zeiten der Verdauungsmusse, die energische Verwendung bei plötzlich massenhafter Füllung des Magens und Darmes. Während sich bei höheren Wirbelthieren Mangel und Vorkommen in Anknüpfung hieran mit der Art der Verdauung in Verbindung setzen, so dass die Gallenblase solchen fehlt, welche häufig Nahrung aufnehmen, aber immer nur kleine Mengen, gewissermaassen fortwährend gleichmässig fressen, ist bei Fischen die Ungleichmässigkeit ihres Vorkommens so zu erläutern noch nicht ganz möglich. Es mögen in einzelnen Fällen sackartige Erweiterungen beim Eintritt in den Darm, in anderen die Pylorialanhänge statt ihrer in Betracht kommen und das Verständniss erschweren. Die Leber der Fische ist gemeiniglich sehr fett, oft schmackhaft, zuweilen giftig. Sie ist meist ziemlich symmetrisch, in einen rechten und linken Lappen getheilt, auch wohl mehrtheilig und in der Gestalt der Rumpfhöhle angepasst, bald mehr lang, bald mehr breit, hinter dem Herzen, ventral von Magen und Darm und neben ihnen gelegen.

Neben der Mündung des Gallenganges, Ductus choledochus, oder auch getrennter Gallengänge in den oberen Dünndarmabschnitt, Zwölffingerdarm, Duodenum, nach der Länge beim Menschen so benannt, sieht man zuweilen (siehe oben Fig. 163 S. 282) den Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse des Pancreas, den Ductus Wirsungianus, nach dem Entdecker benannt. Das Pancreas kann bei Fischen ganz deutlich sein, ist aber meist sehr unbedeutend und kann ganz fehlen, ohne dass es, wie man früher meinte, dann durch die Pylorialanhänge ersetzt würde. Man könnte eher sagen, die Pylorialanhänge vertreten im Allgemeinen die Bildung von Blindsäcken im Anfange des Dünndarmes, von welchen überall eine Gruppe zur Leber, schon bei den

Fischen wenigstens meistens eine kleinere zum Pancreas zusammengefasst, spezifizirt worden sei.

Was die Amphibien betrifft, so giebt es eine kleine Gruppe von zungenlosen Kröten, Phrynaglossa, mit der Surinamkröte Pipa und der afrikanischen Gattung Dactylethra. Von den übrigen haben die niederen geschwänzten, welche Kiemen oder Kiemenspalten behalten, oder sich solchen, welche dies thun, nahe anschliessen, eine nicht vorstreckbare, die anderen eine besser mit Muskeln ausgerüstete, mit papillöser Schleimhaut überzogene und meist hinten, so bei den Fröschen, zuweilen ringsum, so bei der mexikanischen Salamandergattung Bolitoglossa, selten vorn frei sich ausbreitende Zunge. Diese, besonders bei den Fröschen in Umklappung vorgeschleudert, mit dem beim gemeinen Frosch tief eingeschnittenen, bei anderen, den Diskoglossen und Pseudes, ganzen, freien Rand trifft Beute und dient, solche an sich kleben machend, dann zurückgezogen, in den Mund geschluckt, zur Erlangung der Nahrung. Speicheldrüsen sind nicht beobachtet.

Fig. 165.

Kopf des mexikanischen Pilzzüngiers, Bolitoglossa mexicana Duméril et Biberon, mit erhobener Zunge, in natürlicher Grösse.

Im Uebrigen sind die Verhältnisse sehr einfach; die Speiseröhre ist weit, bei den schlangenähnlichen Gymnophionen gestreckt; der Magen zeichnet sich durch stärkere Muskelwand und Längsfalten der Schleimhaut aus und bildet bei den den Schwanz verlierenden, anuren Batrachiern eine starke Krümmung nach rechts. Man kann einen Dünndarm mit, namentlich bei den Froschlarven zahlreichen, spiralig gerollten, Windungen unterscheiden von einem in plötzlich bedeutender Erweiterung und Wandungsverdünnung abgesetzten, in die Kloake mündenden Dickdarm, Rectum, in welchem sich gern schwarze Kothmassen angehäuft finden. Mit Ausnahme der beckenlosen Gymnophionen und des Siren wird die Lage des Afters oder der Kloakenmündung durch die des Beckens so bestimmt, dass er nur hinter der Verbindung der beiden Beckenhälften oder hinter der bei Proteus an deren Stelle tretenden unpaaren ventralen Knorpelplatte liegen kann; doch ist einiges Abrücken vom Becken gegen hinten hin, namentlich bei Salamandern nicht ungewöhnlich, wie denn auch das Skelet an dieser Stelle durch Anwesenheit noch einiger Rippen tragender Wirbel an der Wurzel des Schwanzes den Charakter des Rumpfes beibehält. Bei den ungeschwänzten Batrachiern, wie bei den geschwänzten Amphibien wimpert der Mund, Schlund und das Oesophagealepithel; die Dünndarmschleimhaut erfährt in zackigen Fältchen eine Oberflächenvermehrung. Die Leber ist bei den schlangenähnlichen und den geschwänzten gestreckt, bei jenen stark lappig, bei den kurzleibigen Anuren breit und in zwei hauptsächliche seitliche Lappen getheilt, tiefbraun, weich. Sie ist stets mit einer Gallenblase verbunden. Auch ist das Pancreas stets

deutlich, im Allgemeinen gross und sein Gang mündet neben dem Gallengange oder mit diesem verbunden.

Die Zunge der Saurophidier zeigt grosse Verschiedenheiten. Durch die gleiche Gestalt dieses Organs erscheinen die Schlangen den spaltzüngigen echten Eidechsen als Gruppe ohne Füsse oder doch ohne Vorderfüsse und Schultergürtel ähnlich beigeordnet, wie sich unter den kurzzüngigen Sauriern zahlreiche Formen mit verkümmerten Füssen finden. Die Zunge der Schlangen kann zwischen den nur ligamentös verbundenen Unterkiefern bei geschlossenem Munde vorgestreckt werden, züngeln, sie steckt in einer tiefen Scheide, welche bei den spaltzüngigen Eidechsen sich sehr viel weniger ausbildet und dabei als eine Eintiefung des Mundbodens rings um die Zunge ergiebt. Bei den dickzüngigen Iguaniden oder Leguanen und den Agamiden wie bei den Geckonen ist statt der Doppelspitze der Zunge höchstens eine Einkerbung oder Ausrandung vorhanden. Die Oberfläche ist meist glatt und fest, bei den Szinkoiden in dem oben erwähnten Gegensatze des vorderen vom hinteren Abschnitte. Die gespaltenen Zungen geben, wie es scheint, eine Art Witterung.

Fig. 166.



Vordertheil des gemeinen Chamäleon, Chamaeleo vulgaris Daudin, aus Algerien, mit halb ausgestreckter Zunge, in natürlicher Grösse.

Nur die Zunge der Chamäleonten ergreift ähnlich der der Frösche Nahrung. Erst nähert sich das Thier mit leisen Bewegungen seiner Beute, dann wird das Zungenbein langsam aus dem etwas geöffneten Munde vorgeschoben und endlich der fleischige Theil durch blitzschnelle Einschnürung seiner Wurzel ausgeworfen, so dass er umschlagend die Beute deckt, welche an der Zunge klebend mit dieser in die Mundhöhle zurückgeschluckt wird. Ich habe ein Chamäleon seine Zunge so energisch vorwerfen sehen, dass es dadurch das Uebergewicht bekam und vom Baume fiel, wobei sich alsbald seine schöne blaue, gelb gefleckte Färbung in ein todtes Grau umwandelte.

Drüsen der Scheide, in welcher in der Ruhe der Endtheil der Zunge in Umstülpung zurückgezogen liegt, machen die Zunge schleimig.

Bei den Krokodilen und bei den meisten Schildkröten ist die Zunge flach, fast ganz angewachsen, unbeweglich, bei den Landschildkröten fleischiger und mit Papillen besetzt. Die Munddrüsen der Reptile, auf der Zunge, unter der Zunge, an den Lippen und Backen und bei den Krokodilen am Schlundeingang, den Mandeln oder Tonsillen entsprechend, scheinen mehr ein schleimiges Sekret als einen wirklichen Speichel abzusondern. Bei den Schlangen machen sie in auffälliger Weise die zu verschlingende Speise schlüpfrig, falls sie nicht in der besonderen Modifikation der Giftdrüsen auftreten, von welcher oben die Rede war. Bei gewissen Elapiden der Gattung Callophis liegen die Giftdrüsen erst in der Nähe des Herzens, bei Naja rhombea nehmen sie den sechsten Theil der Körperlänge ein und liegen auf den Rippenmuskeln, in der Regel liegen sie über dem Oberkiefer und dem Os transversum und unter und hinter dem Augapfel.

Da fast alle Reptile nur leicht verdauliche animalische Nahrung zu sich nehmen, ist der Darmkanal im Allgemeinen nicht beträchtlich lang oder weit, doch darin immerhin ziemlich ungleich; namentlich hat ein Theil der Schildkröten einen langen Dünndarm und ein Blindsack findet sich bei solchen wie bei einigen Saurophidiern am Anfang des Dickdarmes. Auch letzterer Theil ist gemeiniglich nur durch ein kurzes Rectum vertreten, selten bedeutender entwickelt.

Für die Speiseröhre wurde der besonderen Bewaffnung mit hornigen Papillen bei Seeschildkröten und mit emaillirten Wirbelunterdornen bei Rhachiodon oben gedacht. Die Muskeln der Speiseröhre erhalten bei den Schlangen ihre Nerven vom Rückenmark statt vom durch Schädellöcher austretenden Nervus vagus und die Hautmuskulatur tritt mit sehnigen Ausbreitungen auf die Speiseröhre über. Die Coelombildung ist also hier weniger vollständig und es dient die Muskulatur der sekundär animalen Sphäre nicht allein am Eingange der Speiseröhre, dem Pharynx, dem Schlinggeschäft, sondern auch weiterhin, indem die Rippen und die besonders durch die Bauchschilder verstärkte Haut den festen Anhalt geben, gegen welchen jene Muskeln die Speise zurückpressen können. Der Magen der Krokodile gleicht sowohl für seine Gestalt als in den Beziehungen zum weiten Speiserohr und engen Dünndarmanfang, namentlich aber dadurch, dass dem kräftigen Muskelkörper am Blindsacke durch sehnige Scheiben, je in der Mitte der Vorderfläche und Hinterfläche, eine Stütze gegeben wird, sehr auffällig dem der Vögel, namentlich solcher, welche sehr grosse Beute verschlingen; ich finde ihn ganz besonders ähnlich dem der Marabus.

Wie die Streckung und Lage des Magens und die Aufknäuelung der Gedärme, so richtet sich bei den Reptilen auch die Gestalt der Leber nach der des Rumpfes. Alles ist am meisten in die Breite ausgeführt, zusammengeschoben, aufgewickelt, die Leber symmetrisch gelappt bei Schildkröten und kurzrumpfigen Kröteneidechsen, gestreckt, die Leber ungetheilt bei den echten Schlangen. Das Pancreas ist nirgends, die Gallenblase nur in einem Falle, bei einer Schildkröte, vielleicht aus Versehen, vermisst worden. Dieses Organ kann aber bei Schlangen und Krokodilen von der Leber abgerückt sein.

Fig. 167.



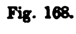
Speiseröhre und Magen des westafrikanischen Krokodils, Crocodilus frontatus Merrem; ein Sechstel der natürlichen Grösse.
a. Sehnenscheibe. b. Blindsack. c. Pylorus.

Den Vögeln giebt zuweilen der vom Schnabel umschlossene Raum einige Weite der Mundhöhle, so bei dem korbähnlichen Schnabel der Papageien, dem hohen Schnabel der Finken und Ammern, und gestattet so Arbeit der Zunge auf und ab nicht blos in der Längsrichtung an der Speise. Eigenthümlich ist die Erweiterung der Haut am Boden der Mundhöhle der Steganopoden, derjenigen Schwimmvögel, bei welchen die hintere Zehe mit in die Schwimmhaut gezogen ist, am meisten, unter Verkümmerung des Zungenbeins, beim Pelikan. Der Schnabel wird so zum Vorrathskorbe, namentlich für Aetzung der Brut. Bei einigen dient in ähnlicher Weise die hintere Abtheilung der Mundhöhle, der weite Schlund.

Die Zunge bildet ohne eigentlichen eigenen Muskelkörper im Allgemeinen nur einen knappen lederartigen Ueberzug der knöchernen Stütze des Entoglossum, und hängt in ihren Bewegungen, selbst den erwähnten wurmförmigen zierlichen Wendungen ausserhalb des Mundes bei Spechten und Wendehälsen, ab von den Muskeln, welche vom Unterkiefer vorn, seitlich, hinten und vom Kehlkopf an das Zungenbein treten oder sich zwischen dessen Theilen bewegen. Am fleischigsten erscheint sie bei den Papageien. Meist schiebt sie nur die Speise nach hinten, wo dieselbe durch die geschilderten Stacheln und dergleichen in ihrer Bahn erhalten wird.

Auch die Speicheldrüsen bleiben in der Entwicklung zurück und dürften in der Natur des Sekrets, an wie verschiedenen Stellen des Mundraums sie auch auftreten und selbst wo sie bei den Spechten unter dem den Säugern entlehnten Titel der Parotiden und Sublingualen in starker Ausbildung und denen der Säuger ähnlich gelagert erscheinen, u.

grade hier wegen der Art der Nahrung, mehr durch den klebrigen Schleim als wie bei den Säugern durch Stärkmehl umwandelnden Speichelstoff, Ptyalin, in Betracht kommen. Es ist wohl auch das Sekret der Speicheldrüsen, welches zu Fäden erhärtend und verstrickt den ostindischen Schwalben, Salanganen, das Nestmaterial giebt, in geringerem Grade bei den gewöhnlichen Mauerschwalben als Nestkitt abgesondert.



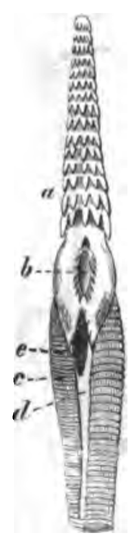


Fig. 168. Zunge und Anfang der Luftröhre von einem Pinguin, wahrscheinlich Spheniscus chiloensis Molina. a. Zunge mit Stacheln. b. Stimmritze. c. Luftröhre, bei d. durch eine Längsscheidewand getheilt, welche durch Wegnahme der linken Hälfte der Rückwand sichtbar wird; bei e. ist diese Wand durchlöchert.

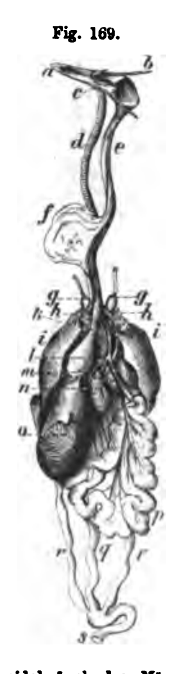
Die Mundverdauung existirt bei den Vögeln kaum oder gar nicht. Die Drüsensekrete wirken mechanisch, ebensowohl, wenn sie die Zunge der Spechte befeuchten, so dass kleine Insekten leichter ankleben, als wenn sie, am Gaumen oder von den Tonsillen geliefert, den Schlund der Raubvögel schmieren, so dass gierig verschluckte Stücke bequemer hinabgleiten.

Die Speiseröhre der Vögel, lang, entsprechend der Länge des Halses und diesen übertreffend, weit bei solchen, welche grosse thierische Nahrung verschlingen, besonders fischfressenden Pinguinen und Riesenstörchen, bildet bei solchen, welche mehr periodisch fressen, häufig eine Erweiterung, einen Kropf aus. Wenig auffällig bei den falkenartigen Raubvögeln, stärker bei den Geiern, einseitig bei den Hühnern, subspiral gedreht bei den Papageien, symmetrisch, zwei grosse Säcke mit weit offenem Zusammenhang darstellend bei den Tauben, dient dieser „Kropf“ sowohl der Aufspeicherung, sei es rasch aufgepickter Körner und Beeren, sei es gierig verschlungener Fleischklumpen, von welchen in gesicherter Ruhe des Vogels nach einiger Vorbereitung kleinere Portionen zum Magen hinabtreten, als gestattet er das Auswürgen von Futtertheilen zur Speisung der Jungen. Am Kropfe finden sich nicht allein die Muskeln der Speiseröhre vertreten, sondern es können auch, und so fand ich es bei Sarcorhamphus papa, die Muskeln des Halses sich über denselben ausbreiten und am Hinabwürgen oder Auswürgen des Kropfinhalts sich betheiligen.

Das im Kropfe Abgesonderte mischt sich mit der genossenen Speise und leitet die Verdauung ein, so dass aus dem Kropfe gegebenes Futter von den Nestvögeln leichter verdaut wird, als in der ursprünglichen Gestalt gebrachtes. Tauben übergeben ihren Jungen anfänglich nur dieses Kropf-

sekret, welches durch zahlreiche Epithelzellen, eiweissige Körper und Fett fast milchartig ist, jedoch des Zuckers entbehrt, und mischen dann allmählich mehr und mehr darin eingeweichte Erbsen und Wicken bei.

Fig. 169.



Eingeweideknäuel des Männchens des indischen Kronhühnchens, Cryptonyx coronatus Latham (Rollulus roulroul Scopoli), von der Rückenseite gesehen, nach Ablösung der Lungen an ihrer Wurzel, ein Drittel der natürlichen Grösse.
a. Zunge. b. Zungenbeinhorn. c. Stimmritze. d. Luftröhre. e. Speiseröhre. f. Kropf. g. Wurzeln der Kopfschlagadern, Carotiden, mit anliegenden Gefässdrüsen. h. Die abgeschnittenen Hauptäste der Luftröhre. i. Leber. k. Absteigende Aorta. l. Drüsenmagen. m. Hoden. n. Milz. o. Muskelmagen. p. Dünndarmschlingen am Gekröse befestigt. q. Ende des Dünndarms. r. r. Blinddärme. s. Dickdarm.

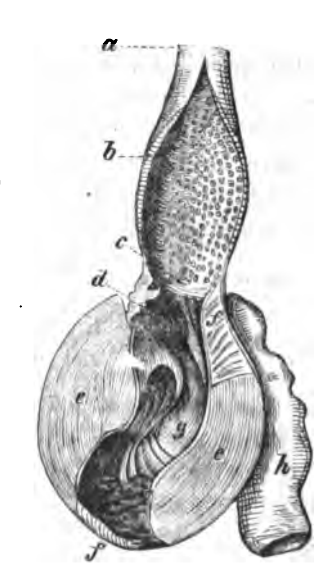
Am Magen der Vögel sondert sich eine die Drüsen, welche den Verdauungssaft absondern, enthaltende Abtheilung histiologisch und meist auch durch Einschnürungen von einer nachfolgenden pylorialen ab. Im Vergleiche mit Säugern, welche mehrtheilige Mägen besitzen, kann man vielleicht auch schon den Kropf der Vögel als Magenabtheilung ansehen, oder besser umgekehrt die erste Magenabtheilung jener und selbst die drei ersten der Wiederkäuer mehr dem Kropfe gleichwerthig erachten. Da die eigentlichen Magendrüsen, die Labdrüsen, erst gegen das Ende des Magens auftreten, oder, wenn dieser am Pylorus wieder eine besondere Entwicklung erfährt, in der Mitte und sonst entweder keine Drüsen oder Schleimdrüsen von anderem Bau und anderer Funktion sich finden und dieser Mangel an Labdrüsen im Magenanfange um so deutlicher wird, je mehr sich der Blindsack ausbildet, so muss man immer den im engsten Sinne als Verdauungsmagen fungirenden Theil von etwa vorausgehenden und nachfolgenden, ungleich vertretenen und ungleich abgesonderten oder verschmolzenen, gesondert betrachten. Die drei Theile sind demnach bei Vögeln Kropf, Drüsenmagen oder Vormagen und Muskelmagen oder Pylorialabtheilung. Durch den Ausdruck Vormagen ist das Verständniss eher erschwert. Allerdings wird, wenn im Vormagen die Absonderung der Magenverdauungssäfte geliefert wird, dadurch nicht ausgeschlossen, dass deren Verwendung, also dieser Akt der Magenverdauung selbst sich im Muskelmagen fortsetze oder hauptsächlich dort geschehe.

Der Drüsenmagen übertrifft zuweilen, bei Sturmvögeln, Papageien, Störchen, Straussen, den Muskelmagen an Geräumigkeit. Die Drüsenmündungen besetzen denselben entweder regelmässig oder sie sind in Gruppen, in einem Ringe oder in anderer besonderer Weise geordnet. Senkrecht auf die Wand gestellt, machen sie diese je nach ihrer Entwicklung mehr oder

weniger dick und der Grund ihrer einfachen oder lappigen Schläuche kann die Aussenfläche körnig erscheinen lassen. Die Hohlräume der Drüsen sind besonders bei Wasservögeln häufig der Sitz parasitischer Rundwürmer.

Der Muskelmagen, bei Euphone verschwindend klein, ist mehr einseitig entwickelt, so dass, je bestimmter er sich ausprägt, um so mehr sein Eingang, die sogenannte Cardia, und der Pylorus dicht bei einander liegen. Zuweilen bleibt er in seinen Wänden schwächer, so bei Raubvögeln, manchen Watvögeln, Pinguinen, ziemlich vielen insektenfressenden Passerinen; dann ist er in der Regel weit und ziemlich lang. Am meisten muskulös wird er bei Hühnern, Tauben, entenartigen Schwimmvögeln und anderen, welche gerne trockene Frucht fressen, und zwar in der Art, dass der von der Cardia und dem Pylorus nach hinten ausgedehnte Blindsack rechts und links von einer nach aussen stark gewölbten, Muskelmasse umfasst wird. Die Scheiden dieser Musculi laterales bilden aussen einen sehnigen Ueberzug, welcher sich nach dem Zentrum der Rückenfläche wie der Bauchfläche hin, wo jene Muskeln auslaufen, verstärkt, so die Sehnenscheiben auf beiden Flächen bildend. Wie gegen die Zentren des Blindsackes hin, so verstreichen die Musculi laterales auch gegen die Stelle der Magenöffnungen und das blinde Ende und werden an beiden Stellen ergänzt durch die Musculi intermedii. Endlich ist die Epidermis im Magen stark verdickt, bildet auch harte Falten und Reihen von Leisten, und, indem die Verkürzung, besonders der Musculi laterales, die Wände fest gegeneinander presst, dann aber besonders die intermedii die beiden seitlichen Hälften etwas auf einander hin- und herschieben, auch wohl in halben Rotationen, werden die zwischen kommenden Körner zerquetscht oder mit Hülfe verschluckten Sandes und Kieses zermahlen. Es ist bekannt, dass solche Vögel regelmässig Steinchen fressen; wir fanden deren besonders grosse beim Emu. Ein alter Strauss im früheren zoologischen Garten von Marseille barg in seinem Magen Uniformknöpfe

Fig. 170.



Magen vom Purpurhuhn, Porphyrio veterum Gmelin, varietas hyacynthina Temminck, chloronotos Brehm; aufgeschnitten.
a. Ende der Speiseröhre. b. Drüsenmagen. c. Uebergang in den Muskelmagen, Cardia der Autoren. d. Pylorialöffnung. e. e. Seitenmuskeln f. f. Zwischenmuskeln. g. Epidermoidalplatte. h. Duodenum.

mit den Nummern aller Regimenter, welche in jener Stadt in einer langen Reihe von Jahren gelegen hatten.

Der Dünndarm der Vögel bildet zunächst eine Schlinge, dem Zwölffingerdarm, Duodenum, des Menschen entsprechend, in welche sich das, kleine Abweichungen ausgenommen, deutlich zweilappige, weissröthliche Pankreas einschiebt, so dass dessen beide Ausführungsgänge wie die der in zwei Hauptlappen getheilten grossen Leber in das Ende dieser Schlinge münden. Einigen Papageien, den Kukuken, Pfefferfressern, einigen Straussvögeln, den Tauben fehlt die Gallenblase, welche sonst sich einem besonderen Ausführungsgange des rechten Leberlappens gesellt. Die Länge des Dünndarmes maass Meckel bei Aptenodytes fünfzehnmal so lang als die des Körpers. Ich finde ihn bei einer Pinguinart, welche im Kölner Garten lebte und wahrscheinlich Spheniscus chiloensis Molina ist, in drei Pakete getheilt, von welchen erst eins sich rechts und mehr hinten in der Bauchhöhle mit einem Knäuel von Windungen lagert, dann eins mit viel mehr Windungen mehr links und vorn und ein drittes, von dem hinteren Theile des zweiten ab wieder nach vorn zurückkehrend, sich zwischen die beiden anderen einschiebt. Auch der Flamingo hat einundzwanzig Windungen. In der Regel ist das Dünndarmknäuel einfach und hat viel weniger Windungen. Bei dem Strauss und Austernfischer ist der Darmkanal noch acht- bis neunmal so lang als der Körper von der Schnabelspitze zum Ende der Schwanzwirbel, beim Huhne fast sechsmal, bei Baumhühnern, Enten, Gänsen, Alken nur noch vier- bis fünfmal, bei Finken, Krähen, Rallen, Möven, Scharben drei- bis viermal, bei Staaren, Amseln, Eisvögeln, Spechten, Raubvögeln zwei- bis dreimal, selten weniger als doppelt so lang. Die Angaben widersprechen einander zuweilen und zeigen bei in Betreff der Ernährung scheinbar nahe Verwandten oft grosse Verschiedenheiten. Fischfresser scheinen eher einen langen Darm zu haben. Sie haben allerdings durch das Leben im Wasser und zum grossen Theil in kalten Regionen ein starkes Nahrungsbedürfniss und erreichen wohl durch die Länge des Darmes eine möglichst vollständige Aufnahme des grossen Fettgehaltes ihrer Opfer. Auch sind sie es, welche die grössten Mengen Nahrung auf einmal aufnehmen.

Fig. 171.



Eingeweideknäuel von Spheniscus chiloensis Molina?
a. Ende der Speiseröhre. b. Magen, der vordere Theil mit durchscheinenden Drüsen. c. Pylorus. d. Die Dünndarmpakete. e. Die kurzen Blinddärme. f. Der Mastdarm.

Noch deutlicher als die Länge des ganzen Darmkanales steht die Entwicklung der Blinddärme in Beziehung zur Nahrung. Fast durchweg paarig entwickelt, dabei aber, wenn bedeutend, oft etwas asymmetrisch, der eine länger, entsprechend der Aufwindung desjenigen Dünndarmantheiles, an welchen sich die beiden Säcke anlegen, sind die Blinddärme bei den Insektenfressern und den Tagraubvögeln sehr klein und kommen zur Verkümmerung bei Wendehälsen und fast bei den Spechten. Man möge bedenken, dass schon für Insektenfresser ein grosser Unterschied für Gewinnung der Nahrung, deren Werth und Ausnutzungsmöglichkeit bestehen muss, ja nachdem sie fliegende Insekten, oder fettreiche aber träge Larven und Puppen aufsuchen. Aber auch einigen Vögeln, welche vorzüglich Früchte geniessen, den Pfefferfressern und Bananenfressern, den Papageien wenigstens zum Theil fehlen die Blinddärme und sind bei den Tauben sehr klein. Wenn sie zwar nicht immer, aber doch meistens bei solchen, welche Körner fressen oder gar Gras und Wasserpflanzen, wie bei Hühnern, Enten, Gänsen, Schwänen, sehr entwickelt sind, so steht das hier deutlich neben der Art der Ernährung mit einem verringerten Flugvermögen in Verbindung. Man darf die starke Ausbildung der Blinddärme nicht bei Vegetabilienfressern im Allgemeinen, sondern nur bei solchen erwarten, welche diese Nahrung nicht auf Bäumen zu suchen haben und so besonders in warmen Klimaten beständiger zu finden vermögen. Der Pfau hat Blinddärme von einem Fuss Länge, der afrikanische Strauss von zwei, aber die Trappe von drei Fuss. Die starke Entwicklung der Blinddärme erschwert den Flug und ersetzt, indem sie bessere Ausnutzung der Nahrung gestattet, hinwieder das, was für Nahrungsgewinnung dem Vogel durch das verringerte Flugvermögen abgeht. Blinddarmvögel sind Nutzvögel. Unter den eigentlichen Laufvögeln sind übrigens die Verschiedenheiten sehr bedeutend, beim gerne Fische fressenden Emu sind die Blinddärme eng, beim Kasuar fehlen sie ganz. So verhalten sich auch die Watvögel ungleich und die Reiher und Rohrdommeln haben nur einen Blinddarm. Um im einzelnen Falle die Einrichtungen mit den Leistungen in genügende Beziehung zu bringen, muss man das Ganze des Verdauungskanals und der Lebensweise berücksichtigen, wie das Owen in seiner Anatomie der Wirbelthiere skizzirt hat. Die Blinddärme sind oft am blinden Ende erweitert, seltener dort wurmförmig verengt; sie bergen, so bei Hühnern, sehr viel schwarzen Koth; sie haben beim Strauss im unteren Theile eine Art spiraler Klappe.

Der Dickdarm ist fast immer nur durch ein kurzes Rectum vertreten, beim Strauss jedoch achtzehn Zoll lang und mit vielen Falten versehen. Er mündet mit einer Kreisfalte in die viel weitere Kloake, in welcher auch die Oeffnungen der Harnleiter und der Geschlechtswege liegen und welche an der Rückwand eine Anhangstasche, Bursa Fabricii, besitzt. Diese muss als eine anale Drüsentasche angesehen werden, nicht aber als der Harnblase

entsprechend. Wir haben sie bei einem Fischadler strotzend mit einem Brei gefüllt gefunden, es waren aber dabei nach Untersuchung von Herrn Kühne durchaus keine Harnbestandtheile. Indem die Exkremente der Vögel zugleich mit dem breiartigen Harne aus der Kloake gepresst werden, sind sie durch diesen entweder ganz oder doch theilweise weiss.

Bei den Säugern tritt das Prinzip reiner hervor, dass bei Thieren, welche grobe Nahrung von geringem Futterwerthe in grossen Massen nehmen, namentlich, wenn das periodisch geschieht, in Verbindung der augenblicklichen Speisung mit Aufnahme von Provisionen, der Darmkanal lang und weit und in seinen Blindsackabtheilungen besonders gut entwickelt ist; bei solchen, welche zwar Nahrung von einem nur mässigen Futterwerthe nehmen, Körner, Früchte, diese aber häufig, jedesmal in kleineren Mengen und gut gekaut, der Darm zwar eng und in seinen Blindsackabtheilungen weniger entwickelt, aber noch lang ist, so dass er jenes Futter längere Zeit mit verhältnissmässig sehr ausgedehnten Flächen in Berührung bringt; bei solchen endlich, welche sehr rasch verdauliches und sehr nährendes Futter, besonders Fleisch und Insekten, zu sich nehmen, der Darmkanal zugleich eng und kurz ist. Da die Grösse der im besonderen Falle auf einmal geschluckten Portion wieder sehr ungleich und nicht genau abhängig ist von den obigen Bedingungen, so braucht der Magen dabei sich nicht immer proportional dem übrigen Darm zu verhalten. Zunächst hat dieser seine Aufgabe und dann kommt die des Darmes einigermaassen verschieden.

Von hundert und elf Säugethieren, für welche Cuvier das Verhältniss der Länge des Körpers vom Munde zum After zu der des Darmes angegeben hat, haben 28, also ein Viertel, den Darmkanal sechs- bis achtmal so lang, 40 mehr als achtmal, 43 unter sechsmal. Mit der stärksten Verhältnisszahl 28 steht beachtenswerther Weise die fischfressende gemeine Robbe dem Schafe gleich, welches vegetabilische Kost so vollständig auszunutzen vermag. Die kleinste haben Speckfledermaus, Vesperugo noctula Schreber, mit 2,1 und das Ichneumon mit 1,3, sehr rasch bewegliche, stärkst stickstoffreiche Nahrung verbrauchende und findende Säuger.

Das System der Nebenhöhlen, Aussackungen der Verdauungshöhle kann bei Säugern so früh beginnen, dass die Eingänge zu solchen ausserhalb des Mundes liegen, so bei den mexikanischen und kalifornischen Geomyinen und gewissen Hamsterratten. In der Regel aber ist der Aussenrand des Zuganges zu solchen Backentaschen weiter vorgeschoben als der Innenrand, die Oeffnung sieht dann in die Mundhöhle, die Innenfläche ist haarlos. Jene äusseren Backentaschen können wohl nur mit den Pfötchen gefüllt werden und übergeben das Aufgespeicherte nicht direkt dem Munde. So mögen dieselben zum Eintragen unveränderter Nahrung in unterirdische Wohnungen geeigneter sein, was übrigens der Hamster auch mit den inneren ins Werk setzt. Da die Indianer die äusseren Taschen jener amerikanischen

Nager mit Erde stopfen, ist die Vermuthung entstanden, die Thierchen benutzten sie zum Austragen der Erde bei Bau ihrer Gänge. Am bekanntesten sind neben dem Hamster die niederen Affen der alten Welt wegen des geschickten Gebrauches ihrer Backentaschen.

Fig. 172.



Kopf und Backentasche des gemeinen Hamsters Cricetus frumentarius Pallas, in natürlicher Grösse; abgehäutet.
a. Der Eingang in die Backentasche, blos gelegt und der Rand zurückgeschlagen. b. Die Zunge.

Die Mundhöhle der Säuger ist in der Regel geräumig und bietet durch gute Entwicklung der Backenmuskeln, Buccinatores, und der Zunge die Mittel, die Speisen zwischen die zerschneidenden und mahlenden Zähne zu bringen. Der Eingang ist mit Ausnahme der Monotremen und Wale mit formveränderlichen Lippen umschränkt, welche beim Saugen, Lecken, Schöpfen, Abkneifen, Greifen der Nahrung hülfreich sind. Gleich nach innen von ihnen und dann weiter an Backen, Zunge und Gaumen sind alle Einrichtungen so, dass sie eher der Speise weiter in die Mundhöhle hinein als zurück zu gelangen erlauben.

In der Zunge ist das Entoglossum höchstens durch einen fibrösen Strang, etwa mit einigen Knorpelnestern, bei den Hunden die Lytta, angedeutet. Ihr Muskelkörper ist dagegen mit Ausnahme der Wale sehr gut entwickelt und sie ist dabei stets am vorderen Ende frei wie die der Vögel. Die Gestalt ist sehr verschieden; manchmal ist sie breit, platt, wie bei Menschen und Affen; bei Hufthieren erhebt sie sich hinten stärker und ist beim Elephanten im Ganzen mehr hoch und schmal; wurmförmig vorstreckbar bei den edentaten Ameisenfressern und dem Ameisenigel. Von den hornigen Verdickungen der Oberhaut auf Zungenpapillen war oben die Rede; zarthäutige Papillen erscheinen als fadenförmige Filiformes, in der Regel die Mitte bevorzugend, kolbige Subclavatae, vereinzelt und mehr an den Seiten, und von einem Wall umgebene, meist zu zweit oder dritt an der Wurzel der Zunge, Circumvallatae. Der Zungengrund hat ausserdem traubige Schleimdrüsen, welche bei den Einhufern zu den Seiten der Pfeiler

des Gaumensegels noch besonders in dem Mayerschen Organe, einer Art von Grube mit gekerbten Rändern und beim Pferde fast zollgross, angeordnet sind. Die Mundhöhle wird über die knöcherne Gaumendecke hinaus durch das weiche, durch Muskeln anzuspannende, Gaumensegel vom Nasengange getrennt und die Bahn der Speisen durch den Klappenverschluss der Stimmritze mit dem Kehldeckel über diesen hinweg oder neben dem gegen die Choanen aufsteigenden Kehlkopf her gesichert. Das Gaumensegel nimmt zwischen seinen vorderen Pfeiler, die Zungengaumenfalte, und den hinteren, die Schlundgaumenfalte, jederseits die Mandeln oder Tonsillen, deren Absonderung im Platzen von Drüsenbälgen diese Theile geschmeidig erhält, in der Entwicklung proportional der des Segels.

Die Muskulätur des Schlundes von dem Unterkiefer, der Zunge, dem Zungenbein, dem Kehlkopfe und der Luftröhre aus als Schlundkopf, Pharynx, seitlich den Anfang der Speiseröhre umgreifend, dorsal zur Naht zusammentretend oder auch noch an der Schädelbasis und den Griffelfortsätzen befestigt, übernimmt die Bissen von Zungenwurzel und Gaumensegel, indem sie den Speiseröhrenanfang ihnen entgegenbewegt und übergiebt sie in geordneter Einschnürung der Speiseröhre, welche in sehr verschiedener Ausdehnung, so bei Wiederkäuern noch bis auf die zwei ersten Magenabtheilungen, Querstreifung zeigt, wie denn auch die Befestigung der Speiseröhre an der Umgebung durch Bindegewebe noch ziemlich innig, die Coelombildung unvollkommen ist. Da Säuger, falls sie nicht von vorn herein nur sehr kleine Nahrungsstückchen zu sich nehmen, die Nahrung gut zu zerkleinern pflegen, haben sie im Allgemeinen eine enge Speiseröhre; die weiteste besitzen die Schlinger unter Land und Wasser bewohnenden Raubthieren.

Bei der in dieser Klasse festen Sonderung der Brusthöhle von der Unterleibshöhle durch das Zwerchfell liegen Magen und was nachfolgt stets in der letzteren.

Meist kommt am Magen der Säuger durch eine eigentlich dorsale, dann in Drehung nach links gewendete stärkere Entwicklung eine sekundäre Asymmetrie, eine Blindsackbildung zu Stande, wobei Cardia und Pylorus einander an der kleinen Kurvatur genähert werden oder bleiben. Dieser Blindsack behält in groben Epithelien und zottigen Hautentwicklungen gerne die Eigenschaften der Mundhöhle und es ist selten, dass hinter dem eigentlichen Verdauungsmagen, dem Labdrüsen führenden Abschnitte, die pyloriale Partie noch einmal in ähnlichem Grade durch Muskelstärke und durch hornige Epithelien wie bei den Vögeln ausgezeichnet ist. Das grade findet sich bei in unvollkommenem Austragen der Jungen sich den Sauropsiden anschliessenden Aplacentaren.

Einen grossen Magenblindsack verbinden mit übrigens dem gewöhnlichen Charakter des Dickdarmes sich nähernden Mageneigenschaften die

Känguruhs. Die grosse Kurvatur ist durch quere sehnige Anspannungen in zahlreiche Taschen eingeschnürt. Aehnliche Einrichtungen haben die Affengattungen Semnopithecus und Colobus.

Eine bestimmter ausgedrückte Komplikation erlangt der Magen, wenn eine schärfere Abschnürung der Theile sich verbindet mit physiologischer Arbeitstheilung. Dieses, am schärfsten bei den Wiederkäuern auftretend, wird schon deutlich angebahnt bei den Cetaceen, den Faulthieren und den Bisamschweinen. Bei diesen sind die Abschnürungen jedoch in der Regel weniger eng und namentlich kehrt die Speise aus den oberen Magenabtheilungen nicht wieder in die Speiseröhre zurück, um erst von dort in die unteren zu gelangen. Für die Känguruhs dagegen wird dieses Wiederkaugeschäft angegeben.

Fig. 173.

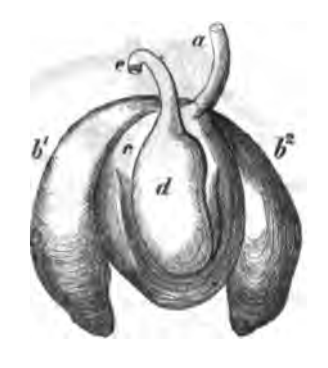


Magen vom Bennetts Känguruh, Halmaturus Bennetti Waterhouse, aus Neu-Süd-Wales, von vorne gesehen, etwa ein Viertel der natürlichen Grösse.

a. Speiseröhre. b. Blindsack. c. Kleine und d. Grosse Kurvatur. e. Pförtner.

Bei den Bisamschweinen trägt der Magenblindsack zwei Hörner, welche, wenn wir die embryonale Magenstellung annehmen, also die grosse Kurvatur nach Oben und Hinten wenden, dorsal und mit den Spitzen nach Hinten liegen würden. Mit Gas gefüllt müssen sie dem das Wasser sehr liebenden Thiere beim Schwimmen gute Dienste thun. Der mittlere Magenabschnitt ist vom Blindsacke ziemlich tief abgeschnürt, sieht in der eben angenommenen Lage noch nach hinten, der pyloriale knickt sich dann nach vorne um und ist sehr muskulös. Diese Lage ist aber in

Fig. 174.

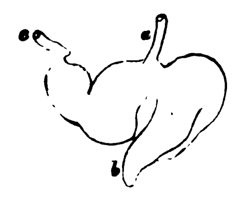


Magen des gemeinen amerikanischen Bisamschweines, Dicotyles torquatus, gegen die rechte Seite, die ursprünglich ventrale, gesehen, um die Umfassung der rechts gelegenen Theile durch den zweihörnigen Blindsack darzustellen; etwa ein Achtel der natürlichen Grösse.

a. Speiseröhre. b^1. Das hintere oder rechte, b^2 das vordere oder linke Horn des Blindsacks. c. Der mittlere Magenabschnitt. d. Die Pylorusabtheilung. e. Der Anfang des Duodenum.

der Wirklichkeit, wie beim Menschen, dahin verändert, dass die ursprünglich dorsalen Theile mehr links liegen und die ursprünglich linke Seite gegen den Bauch sieht.

Fig. 175.



Derselbe Magen des Bisamschweines vom Bauche gesehen, ein Zwölftel der natürlichen Grösse.
a. Die Speiseröhre. b. Das vordere, ventrale Horn des Blindsacks. c. Das Duodenum.

Der Blindsacktheil des Magens von einem sehr jungen Kalbe ist einigermassen vergleichbar dem des Bisamschweins, insofern, wenn man ihn in die primäre Lage bringt, ein dorsaler Sack besteht, von welchem statt der umfassenden Doppelhörner des Dicotyles allerdings nur ein stumpfer Anhang sich über die ventrale Partie wölbt. Die beiden Partieen des Blindsacks sind inwendig durch klappenartige Wülste unvollkommen von einander geschieden. Sie werden in der sekundären Verlagerung des Magens unterschieden als linke und rechte Pansenabtheilung und der Anhangssack der dorsalen Partie oder späteren linken Abtheilung geht bald in der allgemeinen Erweiterung dieses Magentheiles auf. Es ist sogar bei Schafen wohl das blinde Ende der sogenannten rechten Abtheilung überragend entwickelt. Es ist wichtig stets daran zu denken, dass die linke Abtheilung eigentlich die dorsale ist und den Anfang des Magens darstellt.

Fig. 176.

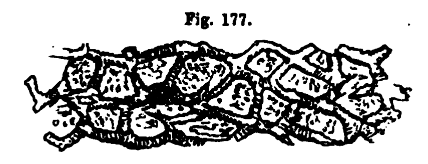


Magen eines neu geborenen Kalbes, etwa ein Sechstel der natürlichen Grösse.
Der Pfeil zeigt die zunächst vom geschluckten Futter genommene Bahn in den Pansen i; das Sternchen die spätere in den Buchmagen. r. Netzmagen. p. Buchmagen. a. Labmagen.

Der Pansen, Wanst, Rumen, Ingluvies, nimmt mit der Aufnahme gröberer und weniger gehaltreicher Nahrung bei Wiederkäuern sehr an Umfang zu und kann bei einem erwachsenen Rinde 3—5 Kubikfuss fassen. Er wird selbst nach mehrwöchentlichem Fasten nicht ganz leer gefunden. Seine Innenfläche ist rauh durch zottige oder papilläre Erhebungen. Eine sich mehr und mehr von ihm absondernde Abtheilung unter dem Eingang bekommt allmählich eine fast kuglige, faustförmige Gestalt und ist inwendig mit netzförmig geordneten, in Polygonwänden sich erhebenden Falten ausgerüstet, woher sie den Namen des Netzmagens, der Haube, Reticulum oder nach jener Gestalt des Topfes, Ollula, bekommt. Sie formt, fasst und befördert die Bissen für das Wiederkaugeschäft. Die Eintiefungen zwischen ihren Netzfalten sind beim Kamel besonders tief und von den Scheidewänden her etwas überdeckt, damit geeignet, längere Zeit Flüssigkeit zu bewahren und

sie dem wiederzukauenden Bissen beizumischen, den Wasservorrath, mit welchem das geschlachtete Kamel noch den verdurstenden Reisenden laben soll.

Fig. 177.

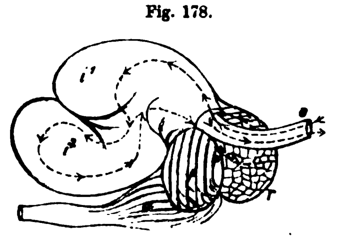


Ein Stückchen der Auskleidung des Netzmagens vom Ren, Rangifer tarandus Linné, in natürlicher Grösse.

Diese zweite Magenabtheilung empfängt das Futter, welches den Weg durch die linke und danach die rechte Pansenabtheilung gemacht hat, vorangeschoben vom Nachfolgenden in den fortschreitenden Muskelzusammenschnürungen und geleitet von den pfeilerförmigen Vorsprüngen auf den Gränzen der Abtheilungen und gegen das überragende blinde Ende. Sie thut das um so sicherer, weil sie am tiefsten liegt. Sie besitzt die stärkste Muskelwand, mit welcher die der Willkür unterworfenen Fasern des Oesophagus in Verflechtung treten und ist vom Pansenvorhofe, welcher sowohl Eingang als Ausgang dieser Magenabtheilung ist, zwar an der Bauchseite ziemlich tief abgeschnürt aber dorsal in allmählichem Uebergange verbunden. Während an dieser Stelle die Richtung, mit welcher sich die Speiseröhre einsenkt, die durch letztere tretenden Bissen eher gegen den linken Pansensack als gegen die Haube gehen macht, wird die gemeinsame Kontraktion der Haube und der Muskulatur am Vorhof die in der Haube enthaltenen Futtermassen vorzüglich in die Speiseröhre zurücktreiben, indem die Verbindung zwischen Haube und Pansen dabei noch mehr verengt und der ganze Pansen mit seinem Inhalt gegen das Zwerchfell gedrängt wird. Ja, da die Richtung, in welcher die Muskelbündel in ihrer Kontraktion einander folgen, von der Speiseröhre anfangend längs der grossen Kurvatur läuft und so die Verengerung zwischen Pansenvorhof und Haube alsbald eintritt, das Futter immer noch eher vom Vorhofe in den Pansen hineingedrängt wird, wird wohl kaum anders als durch Vermittelung der Haube Futter zum Wiederkauen kommen. Es geschieht das Wiederaufbringen erst im Oesophagus durch eine dem Schlingen und der weiteren gewöhnlichen Speisebewegung einfach entgegengesetzte Bewegung, vorher vielmehr in Fortsetzung eines einmal eingeschlagenen Weges. Selbst im Oesophagus handelt es sich nicht um eine Umkehr in der Reihenfolge der Bewegung derselben Muskeln, wie man vielleicht anderweitig die „antiperistaltische Bewegung“ verstehen kann. Die am unteren Ende der Speiseröhre spiralig sich windenden, auf die Haube übertretenden Muskeln geben vielmehr dem Bissen den Impuls zur Rückkehr unter Erschlaffung derjenigen Muskulatur, welche ihn früher abwärts presste. Alles das geht wegen der horizontalen Lage der Speiseröhre bequem, wird begünstigt durch Ruhe der Muskulatur animaler Sphäre und unterstützt durch die die Unterleibshöhle einschliessenden Muskeln.

Es besteht zwischen der zweiten Magenabtheilung der Wiederkäuer und der dritten eine sehr tiefe Einschnürung und es kann nur wenig flüssiger Inhalt aus jener in diese übersickern. Beim Wiederkauen verlegt die Zusammenschnürung der Haube eher noch die Verbindung. Durch die Speiseröhre absteigende, flüssige oder sehr fein gekaute Nahrung kann dagegen direkt in die dritte Magenabtheilung gelangen. Es geschieht das durch eine vom hinteren Abschnitte der Speiseröhre längs der Haube zur dritten Abtheilung führende dorsal liegende Rinne, deren Ränder sich als zwei steife Lippen erheben. Der Grund der Rinne entspricht der ausserordentlich verkürzten kleinen Kurvatur. Hier treffen die Mündungen des Pansenvorhofs, der Haube und des dritten Magens zusam-

Fig. 178.



Darstellung der Bewegung des Futters zum Wiederkauen im Magen eines Fezzanschafbockes, Ovis longipes lybica Fitzinger, ein Zehntel der natürlichen Grösse.
o. Speiseröhre. i^1. Linke, in dieser Aufrichtung, dem Ursprunge entsprechend, dorsale Pansenabtheilung. i^2. Desgleichen rechts. r. Haube. p. Buchmagen. a. Labmagen.

Fig. 179.



Die Rinne vom Speiserohre zum Buchmagen beim Ren. Rangifer tarandus Linné, etwas unter natürlicher Grösse.
i. Ein Stückchen der Innenfläche vom Pansen. r. Ein Stück desgleichen von der Haube. p. Der aufgeschnittene Buchmagen. * Die Rinne. ** Die Haubenpsalteröffnung. *** Uebergang vom Psalter in den Labmagen.

men und die Lippen dieser Rinne gehen in die Haubenpsalteröffnung über. Während beim Schlucken grosser Futterballen diese Lippen, gegeneinander und gegen den Grund gedrängt, den Zugang zur dritten Magenabtheilung verschliessen, jene ohnehin wegen der geringen Grösse der Haubenpsalteröffnung nicht einzutreten vermögen, treten Getränke und Wiederkaubrei vermittelst dieses ihnen bequem geöffneten Weges fast durchaus in den dritten Magen.

Dieser dritte Magen trägt auf seiner Innenfläche, nach Meridianen aufsitzend, Blätter, welche seinen Hohlraum mit Ausnahme einer Centralhöhle um die Axe in Kammern theilen, grössere, höhere und dazwischen kleinere, zartere. Die Anfänge der Hauptfalten gegen die Rinne sind grob gezackt. Im Uebrigen ist die Innenfläche des dritten Magens mit spitzigen und körnigen Papillen bedeckt und ihre Epidermoidallage kräftig, der der beiden ersten Mägen verwandt. Nach der Anordnung jener Blätter hat er den Namen des Buchs, Psalterium, auch den des Lösers und des Omasus*). Er vertheilt die Speise in seine Kammern, bringt sie mit grossen Flächen in Berührung und nimmt die jetzt schon verflüssigten sammt den darin gelösten Substanzen auf, ohne aus sich etwas zur Nahrungszersetzung beizutragen, ebenso wenig als die ersten Abtheilungen. Er fehlt den Kamelen und Llamas und zum Theil den Moschusthieren. Auch sonst ist seine Abgränzung gegen den vierten Magen, den Labmagen, Abomasus, sowohl in Einschnürung als in Verschiedenheit der Beschaffenheit der auch in diesen sich fortsetzenden Blätter ungleich.

Dieser vierte Magen, beim Kalbe überwiegend gross oder doch fast so gross als der Pansen, behält dieses Verhältniss bei Fütterung mit Milch, Mehlbrei und Aehnlichem. Im gewöhnlichen Verhalten tritt er später gegen den Pansen ganz erheblich zurück, bleibt aber umfänglicher als Haube oder Buchmagen. Er allein enthält die den Magensaft absondernden Labdrüsen und dient durch solche frisch und getrocknet zur Scheidung des Käses in der erwärmten Milch von der Molke, wonach in dem natürlichen Verdauungsakte namentlich das Kasein weiterer Verdauung zu unterwerfen bleibt. Aber auch die Schleimdrüsen sind im Magen der Wiederkäuer nur in dieser Abtheilung vertreten.

Bemerkenswerth ist beim Pferde eine klappenartige Verlegung der Cardia vom oberen Rande des Blindsackes aus, welche den Rücktritt der Speise aus dem Magen in die Speiseröhre selbst bei den angestrengtesten Bewegungen und Erschütterungen und mannigfaltigsten Kopfhaltungen hindert und das Erbrechen in der Regel unmöglich macht. Der Pylorustheil ist bei diesem Thiere durch eine starke Kreisfalte vom mittleren Magenabschnitt abgeschnürt und auch dieser durch eine tief einspringende Falte von der kleinen Kurvatur aus getheilt.

*) Horaz hat omäsum.

Die Gränze von Dünndarm und Dickdarm ist nur bei einigen Edentaten, Gürtelthieren und Ameisenfressern durch einen paarigen, meist durch einen unpaaren Blinddarm, bei vielen Walen, einigen Beutlern, Edentaten, Nagern, Raubthieren und den meisten Insektenfressern, auch den Fledermäusen gar nicht durch einen solchen, dann höchstens durch eine plötzliche Erweiterung bezeichnet. Der Dünndarm ist wieder bei den Fischfressern besonders lang, zuweilen verhältnissmässig länger als bei den Pflanzenfressern. Der Blinddarm ist am grössten bei Pflanzenfressern, zuweilen den Magen umgekehrt proportional, ihn ergänzend, manchmal dem Colon ähnlich zu Taschen eingeschnürt. Er hat ausser bei Menschen, Affen und einigen Halbaffen nur ganz ausnahmsweise die Einengung an der Spitze, welche als wurmförmiger Fortsatz beschrieben wird. Die Pflanzenfresser zeichnen sich namentlich durch starke Entwickelung der oberen Abtheilung des Dickdarms nächst dem Blinddarm, des Grimmdarms oder Krummdarms, Colon aus, welcher, statt wie beim Menschen nur einen nach vorn ziehenden, einen queren und einen nach hinten laufenden Abschnitt zu haben, schon beim Pferde diese Schlinge soweit auslängt, dass sie als eine Doppelschlinge sich lagern muss, bei den Wiederkäuern und Schweinen aber zu einer solchen Entwickelung bringt, dass ihre Doppelwindungen bei jenen in einer Scheibe gleich der Spiralfeder einer Uhr, bei diesen aber wie in doppelter Korkzieherwindung geordnet erscheinen. Die Bewegung des Futters im Darme wird dadurch erheblich verlangsamt und es werden diejenigen Körper, welche einer längeren Verdauungseinwirkung bedürfen, die Zeit dafür finden. Auch der Mastdarm, beim Menschen gestreckt, Rectum, kann wieder eine Schlinge bilden.

Die Monotremen theilen mit Vögeln, Reptilien, Amphibien die Vereinigung des Darmausgangtheiles mit den geschlechtsausführenden Gängen zur Kloake. Die anderen Säuger besitzen für letztere eine besonders mündende vor dem Mastdarm liegende Scheide, deren Vorhof zugleich die Harnröhre aufnimmt, während bei den Männchen die Verbindung mit der Harnröhre viel ausgiebiger ist. Es kann jedoch namentlich bei Nagern die zwischen der Scheide und dem After liegende Brücke, der Damm, Perinaeum, statt in der Fläche der Haut zu liegen und deren Eigenschaften zu haben, in die Tiefe eines für Scheide und After gemeinsamen Vorhofs zurückgezogen und dabei in Schleimhaut umgewandelt sein, und es kann eine ähnliche Verbergung des Dammes sammt dem männlichen ausführenden Organe bei dem anderen Geschlechte geschehen. Die animale Muskulatur umgreift den letzten Darmabschnitt und kombinirt sich mit der des Schwanzes und der Geschlechtsorgane. Auch die hier vorkommenden besonderen Drüsen charakterisiren diesen Theil als Hauteinstülpung, und sollen mit den ihnen zunächst verwandten Hautdrüsen Besprechung finden.

Was die physiologische Leistung betrifft, so haben wir es zu

dieser Stelle mit den Vorgängen zu thun, welche auf der geschilderten Bahn vom Rande des Mundes bis zum After innerhalb des Speisekanals an der aufgenommenen Nahrung zu Stande kommen und zusammen den Akt der Vorbereitung der Nahrung für die Resorption, der Chymifikation, der Bereitung eines Speisebreis bilden, sodann mit der Resorption selbst, dem Uebertritt von Antheilen dieses Chymus in und durch die Darmwandungen und endlich mit den Schicksalen des Ueberrestes von dem im Verdauungskanale Enthaltenen, ob von Nahrung oder von Abscheidungen Herrührendem, welches nicht in den Organismus übertritt, vielmehr unter der Form der Exkremente entleert wird. Das Verständniss des dabei Geschehenden, wie bemerkt, fast ganz vom Menschen und einigen Hausthieren entnommen, würde durch Ausdehnung der Versuche über Thiere von wesentlich anderer Beschaffenheit sich voraussichtlich sehr erweitern.

Die durch die Organismen an der aufgenommenen Nahrung geleistete Arbeit ist theils mechanischer oder physikalischer, theils chemischer Natur. Zerkleinerung, Auflösung, Mischung, Erwärmung, Bewegung, wirken dabei theils für sich, theils vorbereitend für weitere chemische Arbeit. Die an einer Stelle geleisteten Arbeiten kommen auch noch an nachfolgenden zur Geltung. Die verschiedenen Stellen können ähnliche aber auch sehr ungleiche Effekte bewirken und diese sowohl sich summiren oder einander ergänzen und sich mit einander kombiniren als auch einer den anderen still stellen. Es wird nicht nöthig sein, die mechanische Arbeit besonders zu verfolgen.

Die chemische Arbeit beginnt mit der Einwirkung des Speichels in der Mundhöhle. Die verschiedenen Speicheldrüsen mischen zwar in der Hauptsache ihr Sekret zu gemeinsamer Wirkung, aber kleine Verschiedenheiten in der Verwendung sind doch durch die Lage bedingt. Der Speichel enthält meist etwa 1 %, höchstens, von den Sublingualdrüsen, 10 % an festen Bestandtheilen, aus den Parotiden des Pferdes nur 1 ‰. Die Prozentsätze fester Bestandtheile nehmen bei massenhafter Absonderung, sei es nach Art der Drüse, sei es nach anderen besonderen Umständen, ab. Die Mengen des Speichels sind sehr bedeutend, bei einem grossen Pferde nach Colin neun Kilogramm in einer Stunde, bei einem Ochsen 56 Kilogramm für einen Tag. Solches kann selbstverständlich, wenn durch das Experiment der Speichel dem Körper gänzlich entzogen wird, nicht in der Weise vorangehen, wie wenn er den Speisen beigemischt in den Magen gelangt und von dort wieder in den Kreislauf der Säfte zurücktritt. Schon der Geruch der Speisen vermehrt den Austritt des Speichels, mehr das Kaugeschäft, wobei es sich zwar theilweise um Entleerung vorher aufgespeicherten Materials durch Muskeldruck, wie zum Beispiel auch Gähnen den Speichel im Strahl vortreibt, aber jedenfalls noch viel mehr um Vermehrung der Absonderung in den Drüsen handelt, welche durch galvanischen Reiz und durch Veränderungen der Blutmischung erregt werden kann.

Der Speichel enthält Speichelkörperchen und Schleimkörperchen. Die festen Substanzen sind zum grösseren Theile anorganische, kohlensaure und phosphorsaure Alkalien, Chloralkalien, phosphorsaurer Kalk, und wenigstens beim Hunde und erwachsenen Menschen Schwefelcyanalkalien. Die hauptsächlichste feste organische Substanz, ein dem Casein ähnlicher Eiweisskörper, beim Menschen mit etwa 3 ‰, hat von Berzelius den Namen Ptyalin erhalten und haben weiter besonders Mialhe und Cohnheim die Methode der Darstellung vervollkommnet. Der Speichel reagirt gewöhnlich alkalisch. Nach Korowin sind Menge und Wirkung des Speichels bei neugeborenen Kindern gering, erheben sich aber rasch.

Die der Hefe ähnliche Fähigkeit des Speichels Stärke in Zucker umzuwandeln, 1831 von Leuchs entdeckt, kommt dem gemischten Speichel der Mundhöhle zu, ist aber den einzelnen Drüsensekreten, namentlich dem massenhaften Parotidenspeichel allein vielleicht gar nicht eigen. Es scheint demnach eher ein im Speichel selbst bei Mischung der Speichelarten und des Schleimes der Mundhöhle sehr rasch eingeleiteter Umsetzungsprozess den der genossenen Stärke anzuregen. Die von der Stärkezellulose umschlossenen Substanzen, das in heissem Wasser lösliche Amylin und das in kaltem Wasser lösliche Amylogen werden zunächst in Dextrin umgelagert und unter Zutritt von 2 HO in Zucker umgewandelt. Der gelöste Zucker tritt durch die Zellulose aus. Kleine Mengen von Alkalien und Säuren hindern die Wirkung nicht. Dieselbe geht auf rohe Stärke nach Paschutin dreissigmal langsamer als auf gekochte, sie verringert sich bei Temperaturen, welche die des thierischen Körpers erheblich übersteigen, 55° C., und verschwindet etwas weiter gänzlich. Doch leistet der Speichelstoff der Wärme mehr Widerstand als die Diastase. In 2—2½ % Lösungen von Dextrin oder Zucker hört die Wirkung des Speichels auf weiter vorhandene Stärke auf, wird also unter Umständen durch sich selbst still gestellt. Man weiss, dass einige wilde Völker vegetabilische Substanzen zu kauen und wieder auszuspucken pflegen, um aus ihnen geistige Getränke herzustellen. Die von der physikalischen Konstitution bedingte und beim Kauen ausgenutzte Eigenschaft des Speichels schaumige Bläschen zu bilden macht, dass dem Gekauten viel Luft untermischt wird.

Die Wirkung des Mundspeichels wird durch längeres Kauen, durch Verweilen der mit ihm gemischten Nahrung in Kröpfen oder solchen Magenabtheilungen, welche eine sie störende Absonderung nicht liefern, durch das Zurückbringen bereits erweichter Nahrung in die Mundhöhle beim Wiederkauen, durch die Resorption des bereits gebildeten, der Wirkung hinderlichen Zuckers ausgedehnt. Da im Wasser lebende Thiere selten stärkemehlhaltige Nahrung nehmen und zugleich das Medium die Befeuchtung der Nahrung aus Eigenem für sie unnöthig macht, trifft die Entbehrlichkeit der diastatischen Stoffe mit der der Flüssigkeit des Speichels zusammen. Einige

Raubsäugethiere, welche Nahrung, wie im Wasser, so auch auf dem Festlande suchen und kleine Speicheldrüsen haben, Ottern und Waschbären, tauchen die trockene Nahrung in Wasser oder treten in dasselbe, um sie dort zu geniessen. Den übrigen gestattet vor Allem der Speichel durch eine Flüssigkeit, deren Menge im Tageskreislauf von Abscheidung und Wiederaufnahme die des nöthigen Getränkes erheblich zu übertreffen im Stande ist, die Sonderung der Aufnahme fester Speise und des Trankes; er macht ferner hauptsächlich möglich den Bedarf an Kohlenhydraten statt mit Zucker mit Stärkemehl zu bestreiten.

Die alkalische Speichelreaktion tritt in der Regel noch in den etwaigen Reservoirabtheilungen des Magens zu Tage, doch kann sich hier schon durch Gährung Milchsäure bilden und dann neben atmosphärischer Luft und kleineren Mengen von Kohlenwasserstoff, Kohlenoxydgas und Schwefelwasserstoff eine grössere Quantität von Kohlensäure auftreten und Blähsucht, Tympanitis, bedingen, vorzüglich im Pansen der Wiederkäuer, in welchem deren Umsichgreifen ein positives Hinderniss nicht gesetzt ist. Andererseits kommen hier schon dienliche Vorgänge an der Nahrung zu Stande, welche nicht rein auf Fortsetzung der Wirkung des Speichels, sondern zum Theil auf die Wirkung der Zersetzungsprodukte einzelner Nahrungsbestandtheile auf andere, nach Durchfeuchtung, Zerkleinerung, Mischung und Erwärmung, zu schieben sind. Proteinkörper, auf welche Speichel allein nicht wirken soll, die die Zellulose inkrustirenden, der Benzolgruppe angehörigen Körper und das Lignin werden gelöst, der Zellinhalt zugängig gemacht.

Grade der Wiederkäuermagen gestattet die Betrachtung der Magenarbeit in Trennung nach verschiedenen Akten. Wir sahen die erste, zweite und dritte Magenabtheilung mit einer gewissen histiologischen Uebereinstimmung auftreten. Die dritte dient eigentlich dem ersten Akte wirklicher Magengeschäfte, die erste und zweite gewähren fast nur die Mittel zu einer Art Zwischenakt zwischen Mundarbeit und Magenarbeit, zum Wiederkauen. Sie stellen hauptsächlich einen von der dritten Abtheilung abgelösten Vorhof vor. Der dritte Magen, Psalterium, nimmt sehr vollständig dasjenige auf, was, sei es von Anfang, sei es in Folge der in den beiden ersten fortgesetzten Mundverdauung sich an aufgelösten Substanzen in dem Mageninhalt findet, und lässt ohne eigene chemisch wirksame, erhebliche Absonderung die gleichen Prozesse noch fortdauern. Sein Inhalt erscheint gegen die vierte Abtheilung hin immer ärmer an Flüssigkeit. Uebrigens ist derselbe nun durch Kohlensäure, Milchsäure, Essigsäure stets sauer. Es ist gewissermaassen Zeit, dass das Futter getrocknet, der gelöste Zucker aufgenommen werde, damit nicht die Früchte der Arbeit in weiterer Gährung verloren gehen, statt dem Organismus die Grundlagen für Umsatzprozesse und damit für zu leistende Arbeit zur Verfügung zu stellen.

In ungeborenen Kälbern findet man durch Uebertreten auch im Pansen Flüssigkeit, welche Milch gerinnen macht, wie im Labmagen; je mehr sich aber der Pansen ausdehnt und abschnürt, wie das mit der vegetabilischen Nahrung geschieht, um so weniger wird das vorkommen können und auch bei ungeborenen erscheint jene Flüssigkeit nie als eigenes Produkt des Pansen.

Nachdem einerseits die älteren Methoden zur Untersuchung der Beschaffenheit und Wirksamkeit des Magensaftes unter Gewinnung mit eingebrachten Schwämmen oder in den seltenen Fällen natürlicher Magenfisteln, besonders des kanadischen angeschossenen Jägers Saint Martin unter den Händen des Arztes Beaumont, durch die künstliche Anlegung von Magenfisteln 1842 von Bassow sehr vervollkommnet worden sind und andererseits, wenige Jahre nach der Entdeckung der diastatischen Wirkung des Speichels, Eberle 1834 und J. Müller und Schwann aus den Magenwänden eine Substanz darstellen lehrten, welche Eiweisskörper verdaut, das Pepsin, kann das Prinzip der besonderen, von der Fortsetzung der Mundverdauung unabhängigen und an ihre Stelle tretenden Magenverdauung als in der Hauptsache verstanden angesehen werden. Einzelne nicht unbedeutende Punkte sind jedoch auch heute noch nicht klar und für gewisse Umstände kennen wir bereits erhebliche Verschiedenheiten verschiedener Thiergruppen.

Man hat in der Wand des Magens, oder wenn es sich um Magen von Wiederkäuern handelt, in der der letzten Abtheilung zwei Arten von Drüsen unterschieden, Muzin liefernde Schleimdrüsen, deren Gewebe von Essigsäure getrübt wird und welche überall nur Cylinderepithel haben, und Labdrüsen, deren Gewebe von Essigsäure aufgehellt wird und welche in der Tiefe ein grobes polygonales Epithel von fast Bikonvexlinsen gleichen Zellen haben. Bei einfachen Mägen ist die Ausbreitung dieser Drüsenformen verschieden: Fleischfresser haben Drüsen im ganzen Magen, namentlich bereiten beim Hunde nach Grützner und Ebstein auch die Pylorusdrüsen Pepsin; beim Pferde bleibt der links liegende Blindsack von Drüsen frei, er ist Futterreservoir; beim Schweine nehmen die Labdrüsen die mittlere Gegend ein, auf beiden Seiten liegen Schleimdrüsen, linkerseits auch sogenannte follikuläre Drüsen, sogar in Haufen. Beim Menschen liegen nach einigen Autoren einfache, fingerförmige Pepsindrüsen besonders in der Mitte des Magens, verzweigte an der Cardia, die Schleimdrüsen am Pförtner, während nach Klein von der Cardia die Drüsen als kurze Schläuche beginnen, dann an Länge und Weite zunehmen und sich kombiniren, an Cardia und Pylorus getheilt sein können, bis sie näher dem Uebergang zum Duodenum wieder einfach werden und sich strecken. Auch dem Menschen fehlen die follikulären Drüsen nicht. Die äusserste Pylorialpartie, an welcher die Muskelarbeit den Mageninhalt in den zunächst

wieder einem theilweise neuen Akte der Verdauung dienenden Anfang des Darmes treibt, wird demnach mit ihren Kontraktionen hier nicht aus sich selbst neue Mengen von Labdrüseninhalt, welcher kaum noch zur Verwendung käme, auspressen, sondern nur gegen Selbstverdauung des Magens schützenden Schleim. Der Unterschied der Drüsenarten ist jedoch nur ein gradueller. Das Cylinderepithel reicht beim Neugeborenen überall tiefer. Es kann hingegen auch am Pylorus sich im Grunde kombiniren mit Pepsin erzeugenden Zellen. So scheint die Arbeitstheilung der Drüsen dahin zu gehen, dass die bestentwickelten in der Tiefe Pepsin erzeugen, weniger vollkommene und die oberflächlichen Theile jener doch sauren Lab, die geringst entwickelten nur Schleim. Nicht nur der histiologischen Beschaffenheit nach kann die tiefste Lage der Zellen unterschieden werden, sondern vermittelst mechanischer Absonderung kann man beweisen, dass die tiefere Lage am meisten Pepsin liefert.

Das aus Labmagenhaut dargestellte Pepsin bewirkt, am besten bei Zusatz von 0,4 % Salzsäure, Quellung der Eiweisskörper unter Umwandlung in nicht mehr koagulirende Peptone. Die Wirksamkeit erlischt nicht durch die Wirkung. Die durch die Verdauung erzeugten Peptone diffundiren durch Pergamentpapier und das Pepsin bleibt zurück, bereit zu neuer Ausübung seiner Wirkung, oder aber wird zugleich wieder hergestellt. Nicht allein ist Salzsäure das beste Unterstützungsmittel des Pepsins bei künstlicher Verdauung, sondern das Pepsin wird auch am leichtesten durch verdünnte Salzsäure aus den Magenwänden ausgezogen. Wenn die Reizung der Mundschleimhaut und die Füllung des Magens dessen Wände anregen und die Drüsengefässe sich erweitern, könnte Säureausscheidung das gesammelte Pepsin lösen und vorbringen. Doch ist es bezweifelt worden, ob Salzsäure sich regelmässig frei im natürlichen Magensafte finde, und bei denen, welche sie annehmen, ist ihr Ursprung auf verschiedene Ursachen zurückgeführt worden. Neuerlich, 1875, behauptet zwar Rabuteau bei Hunden stets Salzsäure, nie Milchsäure gefunden zu haben, aber Laborde und Smith fanden nur Milchsäure. Maly, indem er schloss, dass, wenn freie Säure, speziell Salzsäure in den Magen gelange, das Aequivalent Base anders wohin kommen müsse, entzog den sauren Magensaft durch Abfliessenlassen und machte damit wirklich den Harn alkalisch. Im anorganischen Experiment wurde zwar wie auch früher bei Destillationen von Chlorsalzen mit Milchsäure in den oberen Schichten von Lösungen der Chlorverbindungen von Natrium, Kalium, Kalcium und Magnesium bei Einwirkung von Milchsäure, Salzsäure frei und, da die Magenschleimhaut bei der thierischen Wärme nicht nur aus Stärke und Zucker, sondern auch aus sich selbst Milchsäure herzustellen vermag, schien so eine Quelle für freie Salzsäure gegeben. Dennoch erfolgte der Vorgang im lebenden Hundemagen nicht bei Einwirkung von Milchsäure allein, sondern nur bei Mit-

wirkung organischer Fermente, so dass die Salzsäure nur aus einer Dissoziation der Chloride hervorgehen könne.

Die Säuren halten die Fäulniss der Eiweisskörper und die Gährung auf, Alkalescenz des Mageninhalts schwächt die Verdauung. Wenn Buttersäuregährung, welche den stechenden Geruch des Magensaftes bedingt, statt in geringem, in höherem Grade im Magen eintritt, können durch Beimischung von bis 32 % Wasserstoff die im Magen enthaltenen und ausgestossenen Gase brennbar sein. Vielleicht hat schon Galenus diese brennbaren Ausathmungen unter Fuligines verstanden.

Dass die Salzsäure theils überhaupt, theils in der Präexistenz bestritten, dass andererseits die Milchsäure nicht regelmässig gefunden, für eine zufällige aus der Nahrung stammende Beimischung erklärt werden konnte, ebenso wie die gedachte Buttersäure und etwaige Essigsäure, hat wohl in Verbindung mit der Fähigkeit der Milchsäure aus Chloralkalien Salzsäure frei zu machen, unter solchen Umständen, wie sie im Magen möglich sind, eine etwas grössere Bedeutung als die einer blossen Differenz nach Untersuchungsmethoden. Grade auf solchem Wege geschehend kann es verstanden werden, dass die in den Magen kommende Speise, die durch den Speichel in ihr angeregten Vorgänge chemisch fortsetzend, den Anlass zu den sogenannten physiologischen Vorgängen giebt und dass dann je nachdem mehr die aus der Nahrung für sich hervorgehenden Produkte oder mehr die durch deren Einwirkung in den Magendrüsen ausgelösten Substanzen gefunden werden, dieses abhängig, wie von der Herstellung, so auch wieder von der Bindung und Aufsaugung in den einzelnen Fällen.

Dabei werden sich Verschiedenheiten im Magensaft nach Art, Alter und Fütterung der Versuchsthiere ergeben, ganz abgesehen von denjenigen, welche zwischen den aus verschiedenen Theilen desselben Magens gewonnenen Auszügen bestehen. Die Säure und der verschiedene Gehalt an solcher hat ausser der direkten eine indirekte Tragweite. Nach Hammarsten wird erst durch die Säure aus einem vorher unwirksamen Bestandtheil der Magenschleimhaut das Labferment erzeugt, und nach Ebstein's und Grützner's Beobachtung, dass Magenschleimhaut mit 0,1—0,2 % Salzsäure oder 1 % Kochsalz enthaltenden Wasser behandelt viel wirksamer für Peptonbildung ist als mit Glyzerin behandelte kann vielleicht geschlossen werden, dass zunächst im Magensaft überhaupt kein Pepsin, sondern nur eine pepsinogene Substanz gegeben sei, und auch die Herstellung jenes ganz von der Säure abhänge.

Rabuteau hat gefunden, dass neugeborene Säuger betreffs der Pepsinbildung im Magen unvollkommener sein können als die Erwachsenen, vielleicht um so mehr, je unvollkommener sie auch im Uebrigen sind. Hunde liefern erst in der dritten Woche Pepsin, Kaninchen schon im Anfange der zweiten Woche, wo auch das Lab bei ihnen erscheint. Bis dahin

ist der Magen nur ein Behälter der durch Säure gerinnenden Milch; erst der Pankreassaft und der alkalische Darmsaft lösen das Casein und machen es resorbirbar. Der Mensch hat schon bei der Geburt Pepsin und Lab und die Pepsinverdauung kann sofort beginnen. Beim Kalbe ist nach Moriggia das Magenverdauungsvermögen sogar schon im dritten Monate des embryonalen Lebens vorhanden.

Die Salze des Magensaftes sind besonders Chlorverbindungen. Die festen Bestandtheile des Magensaftes haben bei verschiedenen Säugern sehr ungleiche Prozentsätze, beim Hunde, mit 2,69 %, mehr als das Fünffache des Menschen.

Der Magen hat ein geringeres Resorptionsvermögen als der Darm. Der geringere Querschnitt des letzteren, damit günstigere Bedingungen für die relative Grösse der resorbirenden Fläche, vielleicht auch die geringere Muskelwandstärke und damit regelmässigere Funktion der an sich reicheren lymphatischen und venösen Gefässe kommen dafür in Betracht. Der innen hart gepanzerte Muskelklumpen eines Hühnermagens wird kaum Erhebliches aufnehmen. Dass in anderen Fällen auch der Magen ganz erheblich resorbirt, wird dadurch bewiesen, dass man bei einem Hunde zwei und ein halb Mal soviel Wasser in den lebendigen Magen bringen kann als in den todten.

Jedenfalls ist der Magen wichtiger für die Verdauung als für die Resorption; er arbeitet mit jener nicht nur für sich, sondern hat eine vorbereitende Bedeutung für die Geschäfte des nachfolgenden Tractus intestinalis.

Die Speicheleinwirkung dauert im Magen anfänglich noch fort, sie wird durch die Säuerung des Speisebreis geschwächt und bei stärkerer saurer Reaktion sistirt.

Ein bequemes Beispiel für die Vorgänge im Magen bietet die Verdauung der Milch in demselben. Auf die Wärme des thierischen Körpers gebracht, koagulirt sie unter Einwirkung des Labs, das heisst es werden bei verschiedenen Säugern in Qualität und Quantität verschiedene Albuminate ausgefällt und gerinnen, das Casein der Kuhmilch mehr zu derben Klumpen, das der Frauenmilch mehr zu Flöckchen und schleimigen Massen. Die Molken beginnen in das Duodenum überzutreten, während der Pylorus die Flocken und Ballen zurückhält. Auf diese Käseballen arbeitet dann das Pepsin. Hat es sie in Peptone verwandelt, verflüssigt, so scheidet sich das Fett von ihm und tritt, da es im Magen nicht resorbirt wird, in den Darm über sammt demjenigen, was etwa vom Uebrigen Mangels Zeit im Magen auch nicht zur Aufnahme kam. Die Säurewirkung des Labs erhöht also nicht allein im Kleinsten die Wirkung des Pepsins, sondern sie schafft ihm auch im Grossen das Material, indem ohne sie die flüssige Milch rasch durch den Magen durchgehen würde. Dadurch löst sich schon zum Theil

der scheinbare Widerspruch, dass der Magen das Casein erst aus der Lösung fällt und es dann wieder in einen löslichen Zustand umwandelt.

Die wesentlichste Arbeit des Magens ist die Umwandlung der Eiweisskörper, welche zum Theil fest auftreten, zum Theil, wenn flüssig oder leicht löslich, doch schwer oder nicht durch thierische Membranen diffundiren, zu in Wasser leicht löslichen und sehr diffusibelen Peptonen. Leim wird im Magen, wenn vielleicht auch nicht verdaut, so dass er aufgenommen werden kann, doch umgewandelt und es werden Salze, welche zu ihrer Auflösung der Säuren bedürfen, besonders die für die Organismen wichtigen kohlensauren und phosphorsauren Erden gelöst. Dadurch werden Gewebe, in deren Konstitution solche Salze oder leimhaltige Zellen eintreten, Knochen, Knorpel, Sehnen, Bänder u. a., gelockert und auch andere Bestandtheile in ihnen der Verdauung zugängiger gemacht.

Dass durch den Säuregehalt zugleich den eigenen Zersetzungsprozessen der Nahrung eine Schranke gesetzt wird, die fäulnisswidrige Kraft des Magensaftes zeigte Spallanzani und Haller lehrte grade aus der sauren Beschaffenheit, dass die Vorgänge im Magen ebenso von der alkalische Reaktion erzeugenden Fäulniss als von der Speichelwirkung unabhängig sein müssten.

Die Natur der Säure des Magensaftes der Vögel ist noch weniger sicher als die des der Säuger; dass Fluorwasserstoffsäure die Veranlassung zum Abrunden der Kiesel im Vogelmagen gebe, scheint eine irrige Annahme gewesen zu sein; die Steinchen schleifen sich an einander und am Sande ab.

Der Magensaft der Amphibien und Fische behält seine umsetzende Kraft noch bei dem Gefrierpunkt des Wassers, während der der Warmblüter bei 10° C. kaum noch eine Wirkung auf Eiweiss zeigt.

Es scheint nach Wawrinsky bei einem geringeren Säuregehalt das gekochte, bei grossem das rohe Eiweiss vollständiger in Pepton umgewandelt zu werden. Auch ist für Pflanzeneiweisse ein geringerer Säuregehalt dienlicher, wie ihn die Herbivoren haben.

Während für das Aufschliessen der in Cellulose eingeschlossenen pflanzlichen Nährstoffe die chemische Arbeit des Magens, wie es scheint, nichts leistet, sondern hier nur die mechanische Arbeit und hauptsächlich die vorausgegangene in Betracht kommt, zerfällt die Fleischkost bei dem ungleichen Widerstand eiweissartiger Körper schon durch die Pepsineinwirkung.

Die dem Pepsin nicht erliegenden stickstoffhaltigen Körper und die stickstofflosen, Gummi, Pflanzenschleim, Pektin, Cellulose, Holzfaser, Wachs, sowie die meisten Fette gehen unverändert oder höchstens gequollen durch den Magen und die Salze, welche weder in dem alkalischen Speichel noch in den Säuren des Magens sich lösen, treten ebenso unverändert in den Darm.

Im Prinzipe ist gewiss die vorzüglich von Meissner für die Peptonwirkung gemachte Unterscheidung verschiedener Stufen und Uebergangs-

substanzen von Wichtigkeit. So lässt es sich verstehen, dass, während einzelne Eiweisskörper resorbirt werden und ernähren können, ohne überhaupt peptonisirt zu sein, andere ungleich lange Widerstand leisten und dass, wenn diese gespalten werden, und die Theilprodukte nach der Diffusibilität zur Resorption kommen, einige der letzteren überhaupt gar nicht zum Organaufbau verwendet werden können, rasch zerstört werden, eilig die stickstoffhaltigen Ausscheidungen vermehren und nur gleich den sogenannten Respirationsmitteln mit ihrem Verbrennungswerth in Betracht kommen, damit das Gewebseiweiss wie solche schützend.

Die Magenverdauung regelt sich selbst, indem die Häufung der Peptone die Pepsinwirkung lähmt, die Wegnahme jener diese neu erstehen lässt. Wahrscheinlich vermehrt auch stärkere Muskelarbeit den Säuregehalt und macht fähiger, das verbrauchte Eiweiss wieder zu ersetzen. Wenn die Absonderung alkalischen Schleims in den Magenschleimdrüsen bestimmte Stellen des Magens stärker vor der Einwirkung des Pepsins und der Säuren schützt, so wird doch wohl im Allgemeinen die Selbstverdauung des Magens dadurch verhindert, dass die Gewebe in dem zirkulirenden Blute fortwährend einen Regulator für ihre spezifische Beschaffenheit haben.

Beim Uebergange in den Darm ist der Speisebrei meist noch sauer. Von den drei Hauptgruppen organischer Bestandtheile der Nahrung enthält er noch einen erheblichen Antheil aus den beiden ersten, der des Stärkemehls und der des Eiweisses, sowie fast vollständig die dritte, die der Fette. Obwohl der Darm seine eigenen Verdauungseinrichtungen besitzt, ist doch in ihm bis zu der Stelle, wo die Absonderungen der Leber und des Pankreas in Betracht kommen, die Fortsetzung der Magenverdauung Hauptsache.

Durch die alkalische Beschaffenheit der Absonderungen der Darmwände, die Galle und den Saft des Pankreas verschwindet die saure Reaktion des Speisebreis und damit die Pepsinwirkung vorzüglich in den an der Wand liegenden Schichten und, da der erste Darmtheil sehr eng ist, im Allgemeinen rasch. Wenn Galle in den Magen zurücktritt, lähmt sie dessen besondere Verdauungskraft in dessen eigenster Sphäre.

Was das Verdauungsvermögen des Darmsaftes gegenüber den Eiweisskörpern betrifft, so hielten noch 1825 Leuret und Lassaigne dieselbe für identisch mit dem des Magens, aber sie experimentirten mit einer groben Mischung von Säften, wie man sie durch verschluckte Schwämme gewinnt. Auch Tiedemann und Gmelin in den berühmten Versuchen über die Verdauung 1826 und Eberle 1838 versäumten den Ausschluss von Galle und Saft des Pankreas. Da letzterer stark auf Albuminate wirkt, so haben ihre Angaben über Eiweissverdauung durch Darmsaft keinen Werth. Blondlot und Frerichs, welch letzterer 1846 den Darmsaft aus abgebundenen Schlingen gewann, widersprachen auch denselben und Thiry erklärte 1865, dass kein Albuminat ausser dem Fibrin vom Darmsafte ver-

daut werde. Eichhorst fand selbst das für denjenigen Saft nicht bestätigt, welchen er aus gereinigter und entfetteter Schleimhaut des Kaninchendünndarms gewann. Nach Frerichs, Bidder und Schmidt und Busch sollte die Umwandlung der Stärke in Zucker durch Darmsaft energisch geschehen. Eichhorst hat ein diastatisches Ferment nur in der Dünndarmschleimhaut gefunden, welches dem übrigen Darm an sich fehle und in ihm nur voraus wirke. Aber auch dieses wird von anderer Seite geleugnet oder auf Verhältnisse beschränkt, unter welchen die Fermentation aus anderen Ursachen als aus der Absonderung des lebenden Darms herrühren könnte. Jedenfalls sind der Gewichtsverlust an Stücken geronnenen Eiweisses und Bildung von Milchsäure und Buttersäure im Darm aus Zucker bei Ausschluss anderer Agentien wahrscheinlicher der Fäulniss und Gährung durch eingeführte oder regelmässig dort zu findende Fremdkörper zuzuschreiben, welche im Dickdarme je nach Art der Nahrung den Inhalt bald sauer, bald alkalisch erscheinen lassen.

Wenn der Nutzbarmachung der Eiweisskörper stets deren Peptonisirung vorausgehen müsste, wie das Mulder und Meissner meinten, so würde demnach der Darm an sich und ohne die Hülfsorgane für Eiweissernährung vielleicht gar keine Bedeutung haben. Aber gegen jenen Satz sprechen nicht allein theoretische Gründe und sind besonders von Brücke geltend gemacht, sondern Resorptionsversuche von Czerny und Latschenberger, namentlich aber von Eichhorst haben gezeigt, dass die Dickdarmwände nicht nur Peptone, diese nach Markwald auch nur bei nicht zu grossen Mengen, sondern auch andere Klassen von Eiweisskörpern z. B. Fleischsaft, Eiweissstoffe der Milch, gelöstes Myosin, mit Kochsalz gemengtes Hühnereiweiss resorbiren. Sie nehmen dagegen z. B. nicht auf, einfaches Hühnereiweiss, ungelöstes Syntonin, Myosin, Fibrin. Diese verlangen also die Peptonumwandlung. Emulgirte Fette wurden im Dickdarm aufgenommen, aber Emulsionen nicht gebildet. Im Ganzen ist der Darm demnach vielmehr darauf angewiesen, die Dinge, welche durch ausser ihm selbst liegende Bedingungen zur Aufnahme geschickt geworden sind, wegzunehmen, als selbst Speisen in aufnehmbare Form zu wandeln.

Auf die Arbeit des Magens folgt die der Leber und die des Pankreas. Die Effekte dieser beiden Drüsen müssen im natürlichen Zustande meist in Kombination an den Speisen sich geltend machen, da die Ausführungsgänge in der Regel hart bei einander münden, nicht selten sogar sich verbinden. Es schliesst das allerdings nicht aus, dass die Energie des einen der beiden Organe in eine etwas andere Zeit falle, als die des anderen, und so die Sonderung der Organe nicht allein die Sonderung der Säfte bis zur Verwendung, sondern auch Ungleichheiten für die Kombination jener Wirkungen, je nach der Zeit, mit sich bringen könnte. Bei Vögeln kann übrigens ein pankreatischer Gang schon viel früher als die anderen, mit den Galken-

gängen gepaarten, einmünden und so die Einwirkung eines, vielleicht anders funktionirenden Pankreasantheils eher eintreten. In geringerem Maasse als die Galle kann auch pankreatischer Saft in Erweiterungen der Gänge bereit gehalten werden.

Für das die Galle liefernde Organ, die Leber, muss zunächst bemerkt werden, dass dessen Leistungen nicht in der Absonderung der Galle und deren Wirkung für die Darmverdauung allein Bedeutung haben, dass dasselbe vielmehr in höherem Grade als irgend wie andere Gewebe, auch bei Fischen und niederen Thieren, ein dem Stärkemehl nahes Kohlenhydrat, das Glykogen besitzt, welches jedenfalls unter gewissen Umständen, wenn auch nicht immer und überall, sich in Zucker verwandelt und dem Blute beimischt, während zu anderen Zeiten und in anderen Fällen eher Zucker, im Experimenten nach Einbringung in die Vena mesenterica, Kohlenhydrate, Leim und Glyzerin in der Leber in dieser Umwandlung gebunden zu werden scheinen. Die Leber, indem sie also solche Körper in der genannten eigenthümlichen Form bindet, und bewahrt, kann dieselben entweder für ihre Funktion verwenden, wie namentlich daraus hervorzugehen scheint, dass bei Nahrungsaufnahme die Glykogenbildung früher ihr Maximum erreicht als die Gallenausscheidung, oder sie zur Aushülfe an den übrigen Körper in Zuckerform abgeben. Indem bei fastenden Fleischfressern die Gallenabsonderung nach 24 Stunden erlischt und dann bei Füllung des Magens wieder beginnt, möchte grade das im Magen Aufgenommene zunächst für Gallenbildung in Betracht kommen. Nach Bernard's Ansicht geht das Glykogen aus den Eiweissbestandtheilen der Nahrung hervor und entsteht im Vogelei im mittleren Keimblatt unter ähnlicher Form wie Stärke in Pflanzenzellen; aber nach Luchsinger soll Glykogen bei reiner Fleischnahrung sich kaum bilden. Nach den genaueren Untersuchungen von Bock und Hofmann umgiebt dasselbe als eine sich mit Jod braunfärbende, amorphe Substanz den Kern der Leberzellen. Die Meinung, dass man in von Glykogen befreiter Lebersubstanz dieses durch gelinde oxydirende Substanzen wieder erzeugen könne, ist nach Luchsinger irrig. Wenn rothe Blutkörperchen gelöst werden, wie das zum Beispiel durch gallensaure Salze geschieht, so bewirken sie nach Tiegel die Fermentation des Glykogen, aber nach Wittich haben schon die Leberzellen selbst ein solches Ferment. In todten Lebern wandelt sich ebenso ein Theil des Glykogen in Zucker, langsam und sparsam bei Fischen.

Der Leber werden mit dem Blute zum Theil schon fertige wesentliche Bestandtheile der Galle, zum Theil Materialien, welche erst in ihr zu Gallenbestandtheilen werden, zugeführt. Es geschieht das entweder ausschliesslich oder doch vorzugsweise mit dem der Pfortader, welche Venen von Milz, Magen und Darm sammelt und ein zweites Kapillarnetz in der Leber bildet, jedenfalls minder mit dem der Leberarterien, deren Kapillarverzweigungen übrigens auch in Pfortaderäste einmünden.

So ziehen die Leberzellen einen Hauptbestandtheil, das aus Zersetzung des Blutfarbstoffes, des Haemoglobin, wahrscheinlich durch Einwirkung der Gallensäuren entstehende Biliverdin mit grosser Energie an und scheiden es in der Galle als deren Hauptfarbstoff aus, in den geringsten Spuren erkennbar durch die nach Zusatz von Salpetersäure mit etwas salpetriger Säure aus Grün durch Blau, Violett und Roth in Braungelb übergehende Färbung, leicht und bei Pflanzenfressern schon im Organismus, theilweise bei Alkalescenz, übergehend in das zwei Atome Wasser mehr enthaltende und bei gedachter Reaktion sofort blau werdende Biliverdin und dann weiterer Umwandlung unterworfen.

Auch für einen mit 6 % der flüssigen Galle beim Rinde jenen Farbstoff an Menge weit übertreffenden Antheil der Galle, die Gallensäuren, sind Gründe für Entnahme aus dem Blute beigebracht, namentlich die Zurücknahme dieser Körper oder doch charakterisirter Bestandtheile derselben aus dem Darme.

Dieser Säuren sind zwei; sie sind Paarlinge der Cholalsäure: die Glykocholsäure, in welcher jene Säure mit Glykokoll oder Glyzin, und die beim Rinde sparsamere, beim Hunde überwiegende Taurocholsäure, in welchem sie mit dem schwefelhaltigen Taurin verbunden ist, und sie erscheinen an Natron gebunden. Jene Paarlinge zerfallen im Darm und können gesondert wie zur Verwendung so auch zur Wiederaufnahme kommen und kann namentlich das Glyzin auch mit anderen Säuren in Verbindung treten.

Danach sind Schleim, Cholesterin, Fett, Lecithin, Kochsalz die bedeutendsten festen Bestandtheile der Galle. Die Galle reagirt frisch alkalisch oder neutral, schmeckt bitter und riecht namentlich bei Wiederkäuern nach Moschus, hat beim Rinde einen Wassergehalt von fast 97 %, sie ist eine der kohlensäurereichsten Flüssigkeiten des Körpers. Bei Vergrösserung der abgeschiedenen Menge ist in der Regel der Gehalt an festen Stoffen relativ geringer. Was die Gallenmengen betrifft, so erhielten Ranke und Wittich beim Menschen etwas mehr als ein Pfund Galle in einem Tage. Colin von einem jährigen Stiere fünf Pfund, das wären vielleicht 1½ %. Bidder und Schmidt beim Schafe mehr als 2½ %, Kölliker und Müller beim Hunde über 3 %, Ranke beim Meerschweinchen 17½ % des Körpergewichtes.

Im letzteren und ähnlichen Fällen, z. B. auch beim Kaninchen, muss die Galle schon direkt durch ihre Flüssigkeitsmenge eine Bedeutung haben und indirekt durch diese die Einwirkung der für Verdauung spezifisch wirksamen Bestandtheile auf grosse Futtermassen sichern.

Um die Bedeutung der Galle kennen zu lernen, hat man sowohl die Wirkung dieser Substanz oder ihrer Konstituentien auf Futterstoffe als die Folgen der Entziehung der Galle für den Organismus untersucht.

Die Folgen der Entziehung sind doppelte, da bei derselben dem Organismus nicht allein der Antheil an der Nahrung verloren geht, welcher sonst durch die Galle verdaut worden wäre, sondern auch der Theil der Galle selbst, welcher sonst im Zusammenhang mit der Verdauung durch Galle oder für sich wieder aufgenommen worden wäre. Bei Hunden kann man bei Entziehung der Galle nur mit etwa der doppelten Fleischration als vorher das Gleichgewicht erhalten. Das Defizit ist ungleich nach Art der Nahrung und durch ein Uebermaass solcher etwa gar erzeugte Zunahme ist doch nur eine theilweise, sie betrifft nicht das Fett.

Die Galle fällt aus dem aus dem Magen kommenden Chymus, wie Bernard lehrte, die Eiweisskörper, die Peptone und das Pepsin selbst, so dass diese Körper mit Gallentheilen verbunden flockig an die Darmwand sich anlegen. Indem diese Niederschläge sich bei der alkalischen Reaktion im Darme wieder lösen, werden in wechselnder Fällung und Lösung durch Magen und Darm die verschiedenen möglichen Albuminate und Peptonformen sicherer mit einem geeigneten Verdauungsmittel in Begegnung gebracht. Für sich kann der Galle eine Eiweiss verdauende Kraft nicht zugeschrieben werden. Ebensowenig haben die eigentlichen Gallenbestandtheile eine Wirkung auf Stärke und Zucker und wenn ein Gährung erzeugendes Element der Leber mit in die Galle übergeht, so ist das kaum etwas anderes, als was den meisten anderen Geweben und Sekreten zukommt.

Von grosser Bedeutung ist dagegen die Galle für die Resorption von Fetten. Hunde nehmen nach Einrichtung der zuerst von Schwann und Blondlot gemachten Gallenfisteln immer weniger als die Hälfte des Fettes auf, welches sie vorher resorbirten, und zuweilen viel weniger. Der Fettgehalt ihres Chylus sank danach von 3,2 % auf 0,2 %. Einmal wirkt die Galle hierbei, indem sie, wie auch der pankreatische Saft, die Fette in Emulsionen bringt, worauf sie leicht durch feuchte Membranen durchtreten, dann, indem sie den durch den Bauchspeichel frei gemachten Fettsäuren die Verbindung mit ihrem, zum Theil von den Säuren des Chymus in Anspruch genommenen Alkali zu leicht löslichen Seifen gestattet. Die abgetrennten Gallensäuren zerfallen danach in ihre Paarlinge, die Glykocholsäure langsamer, so dass ein Theil derselben noch mit den Exkrementen austreten kann. Das Glykokoll und das Taurin verschwinden bald, aber von der Cholalsäure und von dem durch Entziehung von vier Atomen Wasser aus ihr entstehenden Dyslysin finden sich grosse Mengen im Dickdarm. Nach Bischoff werden beim Menschen $^4/_5$, beim Hunde $^7/_8$ der gebildeten Galle wieder aufgenommen. Dieses ist ohne Zweifel verschieden nach Art der Ernährung und ungleich für die verschiedenen Bestandtheile. Wenn die Galle an sich, durch Stauung des Abflusses in das Blut gedrängt wird, veranlasst sie grosse Störungen des Wohlbefindens. Kleinere Quantitäten mögen auf diese Weise gewöhnlich auf-

die Ausnutzung in Summe der Extraktivstoffe und der Cellulose ganz gleichgültig sei, welche Beschaffenheit das Futter habe. Dabei sind diese Extraktivstoffe im höchsten Grade ungleich; die best verdaulichsten Substanzen, Zucker und Stärkmehl, stehen zusammen mit der unverdaulichsten, dem Lignin, und es kann ihre Addition mit diesem kaum als nützlich betrachtet werden.

Während die Lösungen des Zuckers und der Eiweisskörper und deren Peptone, soweit sie nicht schon im Darme zuweit zerfallen, durch Diffusion in die den Darmkanal begränzenden epithelialen Gewebe und durch sie und die Gefässwandungen hindurch in Blutgefässe und Lymphgefässe übertreten, geht das Fett, abgesehen von den oben aufgeführten Verdauungsweisen auch unverändert in Körnchen oder Tröpfchen durch die Darmepithelien hindurch. Bei Betrachtung der Gefässe werden wir die Beziehungen dieser zu den Maschen des subepithelialen Gewebes näher zu besprechen haben.

Auf dem mehr oder weniger langen Wege des Darmkanals mit Zotten und Falten, Taschen und Blindsäcken, Krümmungen und Klappen, Engen und Weiten werden die Theilchen einer Art immer wieder mit neuen in Berührung gebracht und so die Speisen namentlich an den Oberflächen, auch unter Mithülfe der eigenen Zersetzung, vollständigst ausgenutzt. Bei von Anfang schlecht zerkleinerter, namentlich in grobe Stücke zertheilter, vegetabilischer Nahrung bleibt am meisten unverdaut. Aus dem Unverdaulichen, dem Mangels Zeit und Gelegenheit Unverdauten, wenn auch Verdaulichen, und aus Theilen der eigenen Absonderung des Verdauungsrohres setzen sich die Exkremente zusammen, oft genug noch eine reiche Fundgrube von Nahrung für andere Thiere.

Ernährungsflüssigkeiten und Gefässe.

Die epithelialen Auskleidungen der Verdauungshöhlen würden Gelegenheit haben, aus dem Chymus in direkter Berührung ihr Ernährungsmaterial zu entnehmen. Doch ist in zusammengesetzten Organismen aus Analogie wie für andere Gewebe, so auch für sie grössere Wahrscheinlichkeit der Ernährung durch das Blut. Dagegen vermitteln jene Epithelien, wie wir gesehen, den Uebertritt der ernährenden Substanzen in die Gefässe und es ist jeder Theil des Körpers für seine Ernährung indirekt von ihrer Energie abhängig. Im Epithel ist Arbeitstheilung. Stellen, an welchen dasselbe verhornt oder gar zu Emaille verkalkt ist, eigenen sich am meisten für die mechanische Arbeit des Nahrungskanals. Entfaltungen des epithelialen Gewebes, welche in die Wandungen sich einbetten und, während ihre Kommunikation mit dem Darmrohr auf eine kleine Oeffnung oder ein enges

Rohr beschränkt ist, bei lebhafter Ernährung reichliche Produkte an Epithelialzellen selbst und durch deren Abscheidungen oder Zerfall liefern, geben vorzüglich die Säfte ab, welche chemisch zur Herstellung des Chymus wirken, als Drüsen von allerlei Namen, mit Inbegriff der Leber. Solche sind Potenzirungen des Verdauungsapparates im Sinne seiner ersten Funktion. Flächenausbreitungen endlich, in Falten und Zotten in das Darmrohr hineinragend und in dem Speisebrei gebadet, bieten die günstigsten Verhältnisse zur Aufnahme des Chymus. Wenngleich Aufsaugung von Flüssigkeiten schon in der Mundhöhle geschehen kann, so folgen doch wesentlich die Stellen, an welchen Aufnahme vorherrscht, im Verdauungskanal den verschieden arbeitenden Werkstätten zur Bereitung des Chymus nach.

In der grossen Mehrzahl der Thiere steht an Stelle einer einfachsten Aufnahme in Durchtränkung der Gewebe vom Verdauungskanal aus und Verbreitung von einer Gewebslage zur anderen ein Kreislauf einer Ernährungsflüssigkeit, des Blutes oder auch einer davon unterscheidbaren Lymphe, in besonderen Organen, den Gefässen, mit der Wirkung, ernährendes Material in diejenigen Gewebe und Provinzen des Körpers zu führen, welche solches nicht in direkter Berührung aus den Verdauungshöhlen an sich nehmen können.

Wir fanden in mehreren Thierklassen, als Schwämmen, Coelenteraten, Würmern, Schnecken, die Verdauungshöhle mehr oder weniger gewöhnlich versehen mit Anhängen in Form von Taschen und Röhren, solche selbst vielfach verästelt und in netzförmiger Verbindung. Indem derartige Einrichtungen den Chymus verschiedenen Körpertheilen näher bringen, haben sie physiologisch die Bedeutung der Blutgefässe, und treten statt solcher oder neben solchen ein, sowohl für die Ernährung im engeren Sinne an den Geweben durch das Blut, als für die Athmung des Blutes selbst. Bei den Coelenteraten war eine Gegensetzung solcher mit dem Magen verbundener Kanalsysteme gegen die eigentliche Verdauungshöhle zulässig; weniger bei Schwämmen, Mangels gehöriger Differenzirung bei geringer Organentwickelung, und eher noch weniger bei den Höheren, Mangels hinreichender Scheidung der Nebenräume vom Hauptraum.

Bei den Coelenteraten betheiligen sich solche Kanäle, obwohl in offenem Zusammenhang mit dem Magen, nicht nur nicht mehr an Herstellung des Chymus, sie enthalten auch, besonders bei Siphonophoren, Hydroiden, Medusen, Ctenophoren eine bereits von jenem abgeklärte Flüssigkeit, sie führen den anderen Körperstellen eine Art niederen Blutes, nach Milne-Edwards eine Sérosité chymeuse, zu. Diese Flüssigkeit ist nicht einmal einfach ein Derivat des Chymus, es haben sich ihr bereits besondere, geformte Bestandtheile als beachtenswerthe Organe eines Blutes beigemischt, welche nicht aus dem Magen stammen, sondern Endodermalzellen sind, ausgelöst aus den Wänden der Gefässe selbst.

Bis zu einem gewissen Grade geben diese Einrichtungen den Schlüssel für das, was bei anderen Thieren unter den Formen der überhaupt nicht mit dem Darm kommunizirenden Gefässe und eines vollkommneren Blutes auftritt. Die Analogie aus den Funktionen wird unterstützt durch eine histiologische Homologie. Als Grundlage für die Blutgefässe besteht wie für den Darm eine epitheliale Auskleidung; dieser gesellen sich wie hier, so dort Bindegewebe, Muskeln, selbst wieder kleine Gefässe. Es kann sich unter Umständen auch wieder eine epitheliale Hülle, gleich der den Darm gegen das Coelom bekleidenden, umlegen.

Dafür aber, dass sich solche vom Darm gänzlich abgeschlossene Gefässe entwickelungsgeschichtlich ableiten liessen von Darmausstülpungen, welche etwa später abgeschnürt würden, können wir nicht grade einen Beweis finden. Die Homologie lässt sich nur auf einer erweiterten Grundlage gewinnen. Es ist dazu nützlich, diejenige Auffassung anzuwenden, welche wir für Zusammenhang und Zusammengehörigkeit epithelialer Lager, des Ektoderms und des Endoderms, im Kapitel von der Summirung und Differenzirung im ersten Bande eingeführt haben. Diese gestattet uns das Vergleichsmoment in dem Epithel zu finden. Wir können damit die Epithelialauskleidung eines niemals offen mit dem Darme zusammenhängenden Gefässsystems sammt den nachträglich gebildeten Hohlräumen verstehen als Sprossung, ausgehend zwar von Lagern von Bildungselementen, welche noch nicht vollendet sind zu ektodermalen oder endodermalen, vielleicht nicht einmal zu Epithellagern überhaupt, welche aber doch mit den gedachten Epithellagern in einer solchen Kontinuität stehen, dass sie als in deren Gebiet liegend betrachtet werden können, und welche das namentlich durch ihr späteres Verhalten beweisen. Auch wird es sich ergeben, dass das Gefässsystem selbst der Wirbelthiere einen weniger abgeschlossenen Charakter hat, als man früher meinte.

Die Untersuchungen über die Entwickelung der Gefässe können nicht abgehandelt werden, ohne vom Mesoderm im Allgemeinen zu reden, obwohl dieses ausser den Gefässen weitere Gewebe von grösster Bedeutung entwickelt. Die Entwickelung des Mesoderm ist wieder in den Schilderungen der verschiedenen Autoren nicht zu verstehen, ohne auf die jedesmalige Auffassung der Keimblätter im Allgemeinen einzutreten. Wir werden sogar zuweilen gezwungen sein, für das Verständniss der Entwickelung des Eis zum Embryo die vorausgegangene Entwickelung des Eis im Eierstock zu berühren.

Bevor wir vom Einzelnen reden, mag angedeutet werden, dass wir eine gute Richtschnur allein dadurch zu gewinnen glauben, dass wir das Mesoderm nur als ein morphologisches, ein sekundäres Blatt, eine Kombination von Bildungselementen verschiedener Abkunft, nicht als ein histiologisches, ein primäres, den ektodermalen und endodermalen Epithellagern

gleichwerthiges auffassen. Indem man die histiologische Kontinuität der oberflächlichen Epithellager an erste Stelle setzt und in den auskleidenden Epithelien das hauptsächlichste Element der Gefässe erkennt, kann man den Ursprung der letzteren gleich gut vom Ektoderm wie vom Endoderm und von der Coelombekleidung ableiten. Die weiteren Gewebe aber können ebensowohl an den Gefässen als eine besondere Lage angesehen werden, wie man sie als den Epithellagern des Ektoderm und Endoderm später gesellt betrachtet. Wie sie mit diesen ein sekundär animales und ein sekundär vegetatives Blatt darstellen, so dort ein sekundäres Gefässblatt, welches allerdings in sich bereits organisirenden Embryonaltheilen am wenigsten von allen Blättern eine Blattgestalt hat. Das, was sich dem Ektoderm, dem Endoderm und den Epithelien der Gefässe gesellt, könnte für sich, in seiner histiologischen Gleichartigkeit, als das vereinigte, wirkliche, primäre Mesoderm angesehen werden.

Die Darstellungen der Embryonalentwickelung, soweit sie hierher Beziehung haben, sind ausserordentlich verschieden. Dennoch ist an so vielen Stellen eine Vorzüglichkeit der Untersuchung und Treue der Beschreibung ersichtlich, dass man glaubt, es müsse sich eine grössere Uebereinstimmung herausstellen lassen, als anfänglich vorhanden zu sein scheint. Das geräth wohl am ersten, wenn man den wesentlicheren Grund der Verschiedenheit mehr im Verständniss des ersten für die Embryonalgestaltung bereiten Materials und den ungleichen Weisen der Beschreibung für dieses als da sucht, wo es sich bereits um Entstehung des Mesoderm im Ganzen oder der Gefässe im Besonderen handelt.

Am häufigsten sind auf die Gefässentwickelung Wirbelthiere in Untersuchung genommen worden.

Pander hatte im Hühnerei am Ende des ersten Bruttages die Gefässschicht als dritte, dem Schleimblatte und dem serösen Blatte in der Entwickelung nachfolgende und zwischen jenen liegende Lage gesehen. Bär hatte dann von den aus Spaltung einer anfänglich indifferenten Mittellage hervorgegangenen beiden Schichten die Fleischschicht mit der Haut zur animalen, die Gefässschicht mit der Schleimschicht zur vegetativen Hauptlage verbunden. Remak fasste, in Vervollkommnung der Darstellung von Reichert, wieder in einem mittleren Blatte das Hauptsächlichste des Gefässsystems mit dem Bindegewebe, den Knochen, den Muskeln, den Blutgefässdrüsen, den Urnieren, den Geschlechtsdrüsen zusammen und gab diesem Blatte den Namen des motorisch-germinativen.

Das mittlere Blatt Remak's ist histiologisch weder einheitlich noch abgränzend. Wie von ihm die in die zentralen Theile des Nervensystems eindringenden Antheile an Bindegewebe und Gefässen ausgeschlossen sind, so sind ihm die peripherischen Nerven eingeordnet. Durch das Hineinwachsen einer Gewebsgruppe in ein primär einer anderen angehöriges oder

überwiegend von ihr ausgefülltes Gebiet wird aber nicht allein der gleichmässige histiologische Charakter des einzelnen Blattes, sondern auch die räumliche Anordnung in Blätter überhaupt gestört oder doch so verändert, dass die Blätter nur noch eine kombinirt physiologische Bedeutung haben, aber wie keine histiologische, so auch keine morphologische Einheit. Wie in der Zusammensetzung des motorisch-germinativen Blattes und in seinen Kombinationen einerseits mit dem serösen, andererseits mit dem mukösen, so zeigt sich das auch namentlich in seiner Spaltung, der Coelombildung. Für die Frage der Gefässentstehung konnte die Aufstellung eines solchen Blattes nicht wesentlich fördern, aber auch für andere Organe ist die Beziehung ihrer Entstehung zu diesem Mesoderm wohl grade wegen dessen unklarer Natur überaus kritisch. So halten wir es auch nicht für korrekt, wie neuerdings Schneider in seinen Untersuchungen über Plathelminthen, Alles das mittleres Blatt zu nennen, was zwischen Epithel und Darmkanal liegt; mittleres Blatt würde uns primär Alles sein, was sich zwischen Epithelien hinein entwickelt.

Die Embryonalgefässe selbst waren für Döllinger nur Hohlräume in der thierischen Materie gewesen, welche sich öffnen und schliessen könnten, je nachdem ein Strom von Blutkörperchen vorangehe oder stocke. Schwann hatte dann die feinsten Gefässe, Kapillaren, aus Zellen entstehen lassen, welche sich mit Ausläufern zu einem Netze verbänden, in Auflösung der sich berührenden Wände, Reichert aber durch den Druck des Herzens gegen die Haufen der Embryonalzellen; das Herz selbst wäre nach Reichert und auch nach Remak beim Hühnchen und bei den Batrachiern erst eine solide Masse. Die Entstehung der Gefässe, ob innerhalb der Zellen oder zwischen Zellen, ist von da ab bis heute strittig geblieben.

Das Mesoderm selbst, in welchem die Gefässe entstehen sollten, leitete Remak vom Endoderm ab, welcher Meinung nachher nur vereinzelte Forscher beigetreten sind.

Nach Reichert gehen die zentralen Theile des Gefässsystems, auf welche sich die Untersuchungen am gewöhnlichsten gerichtet haben, aus einem Haufen von Dotterzellen hervor, welcher unter dem dritten Schädelwirbel die Mundhöhlenlücke umschliesst, nach hinten mächtiger, an der Schlundöffnung mit der Hauptdottermasse der Bauchhöhle kommunizirend und gewissermassen einen Vorsprung in die Bauchhöhle bildend. Die der Mundhöhle zugekehrte innerste Zellschicht bilde mit der vom Keimhügel übrig gebliebenen Membran an den Viszeralbogen und der Schädelbasis eine Auskleidungsmembran der Mundhöhle.

Vogt fand bei einer Felchenart, Coregonus palea, anfänglich den für das Herz bestimmten Zellhaufen zwischen Auge und Ohr nur unvollkommen von den Embryonalzellen getrennt und mit ihm ebenso die Epidermoidal-

zellen gemischt. Im weiteren Wachsthum aber bilde sich ein von den letzteren unabhängiges Gewebe und mit der Sonderung des Herzens von der Haut beginnen die Bewegungen des Herzens, während dessen Höhle noch geschlossen sei. Die Blutgefässe entständen aus verästelten, der besonderen Wände entbehrenden, aber auch nicht selbst Zellen darstellenden Räumen zwischen Zellen durch Umbildung der sie umgränzenden Zellen. Man sehe in den Venen nahe dem Herzen, so lange dieses nicht ausgebildet sei, die Bewegung des Blutes.

Mit der Entwickelung der Zellenlehre konnten auch die Vorstellungen über die Herkunft der Blutkörperchen eine bestimmtere Gestalt bekommen. Schon 1836 versuchte Schultz zu beweisen, dass bei Fischen Dotterkugeln sich zu Kernen von Blutzellen umwandelten und um solche sich eine Hülle bilde, Zellbildung nach Schleiden's Prinzip, so dass der Dotter die Werkstätte für Blutbereitung sei. Ebenso liess Reichert die Blutzellen im Dotter entstehen, aber in Mutterzellen, und de Filippi aus Oeltropfen durch Umhüllung mit einer Membran, Zellbildung nach dem Prinzipe von Ascherson. Die Ableitung der Blutzellen aus dem Dotter schon in diesen älteren Theorieen ist im Vergleiche mit den neueren Behauptungen von Wichtigkeit, in welchen allerdings der Dotter befähigter zu solcher Leistung erscheint, weil er mehr und mehr die Bedeutung nicht eines blossen, zu verbrauchenden Nährstoffes, sondern eines selbst arbeitenden Gewebes bekommt oder seine Elemente mit undeutlichen Gränzen in Gewebe übergehen.

Nach Vogt entstehen Blutkörperchen überall, wo Gefässe sich bilden, aus abgelösten Zellen, welche im Herzen selbst von der höckrigen Innenwand herrühren, welche sich dann in besonders zahlreichen Haufen in den Wolff'schen Urnieren finden und welche wie im Herzen so auch in dem epidermoidal Ursprung nehmenden Herzbeutel in heller Flüssigkeit bewegt gefunden werden. Erst wenn die Zellen verschiedener Organe ihre entsprechenden Zusammenstellungen und Modifikationen erfahren haben, wenn die ersten Gränzen der Zirkulation hergestellt sind, bilde sich ein besonderer Heerd für die Blutbildung in einer Couche hématogène des Dotters. Diese könne, da der Dotter des Felchen nie Zellen enthalte, keine direkte Umbildung einer oberflächlichen Dotterlage sein. Sie hänge der Epidermoidalschicht ziemlich fest an und bestehe aus gedrängten grossen, meist deutlich gekernten Zellen, welche in den Strom der zwischen ihnen zirkulirenden Dottergefässe übergehen, um nach Zerfall ihrer Hülle aus den Kernen wahre Blutkörperchen zu bilden. Die Fertigstellung rother Blutkörperchen scheine abzuhängen vom Grade des empfangenen Lichtes.

Für das Verständniss der neueren Darstellungen müssen wir beachten, dass durch Remak für das Batrachierei 1855 der Vorgang festgestellt worden war, welchen wir bezeichnet haben als Invagination einer Anfangs

einschichtig zu denkenden, aber keineswegs für alle Fälle in dieser Periode in der Zellbildung der Peripherie soweit als in der der ersten Anlage fortgeschrittenen Keimhaut, durch welchen eine von der Furchungshöhle Bär's unterschiedene Invaginationshöhle entstehe, schon bei Rusconi als halbmondförmige oder elliptische Spalte beschrieben. Stricker bestätigte das 1862 für das Endergebniss. Es sollte dabei aber nicht eine Einstülpung, sondern eine Abspaltung des Keimhügels vom Dotter, ein Auseinanderweichen der Formelemente stattfinden. Sofern die Invagination bei der Unfertigkeit der Elemente und der Flüssigkeit der Gewebe mehr oder weniger nur ideal ist und weil über die Beziehung der Spalte zu den embryonalen Schichten·Differenzen nicht herrschen, kann diese Unterscheidung an sich als von geringer Bedeutung gehalten werden. Aber es war von grösserer Tragweite, dass Stricker dabei den Satz aufstellte, man könne Zellen der Keimhaut nach ihrer Grösse und, dieser entsprechend, nach mit dem Alter und der Grössenverringerung nicht sprungweise, sondern gleichmässig voranschreitender Veränderung des Inhalts an Dotterplättchen klassifiziren und, wenn man Zellen mit sehr differenten Körnchen neben einander finde, bestimmt aussagen, dass sie nicht ursprünglich neben einander gelegen hätten. Ferner kam, wenn auch vielleicht nicht als ganz neues Element für das Verständniss, doch als neuer Ausdruck in die Entwickelungsgeschichte, dass Stricker sagte, ein solches Anlagern von Zellen anderer Herkunft an die Decke der Furchungshöhle geschehe durch freiwillige Bewegungen der Zellen vom Boden der Furchungshöhle aufwärts entgegen dem Gesetze der Schwere, durch eine Wanderung.

Dieser neue Ausdruck hat in sofern einen bedeutenden Werth gehabt, als der Begriff des Hineinwachsens durch ihn von einer Beschränkung frei gemacht wurde, welche ihm anklebte, wenn man mit ihm nothwendig verbunden dachte die Gegenwart von Geweben, fertig gestellten mit zusammenhängenden Elementen, als wachsender.

In den Vorstellungen über Entwickelung der Gefässe, wie sie sich theils vor, theils nach dieser Zeit gestalteten, findet man eine grössere Uebereinstimmung, wenn man die Grundlagen vereinfacht, indem man zunächst weniger auf die Verschiedenheit der Theorieen achtet, als sich des Uebereinstimmenden bewusst wird in den Vorgängen einerseits des Hineinwachsens mehr fertiger, zusammenhängender Gewebe in das Gebiet anderer und andererseits des Einwanderns eines Materials von Furchungskugeln und von Dotterzellen, welche noch nicht zusammenhängende Schichten bilden, welche vielleicht es noch nicht einmal zur Kernbildung und damit zur Zellnatur im Sinne von Max Schultze gebracht haben, sowie des Uebereinstimmenden in der Qualität dieser zwei Arten von Bildungselementen.

Bei den Wirbelthieren wenigstens erscheint meist in den neueren Darstellungen das deutlich, dass Gefässe oder auch Blutkörperchen sich von

dem weniger in der Entwickelung fortgeschrittenen Materiale aus in die zunächst anliegenden, mehr fertigen embryonalen Anlagen einschieben. Da die äussere Lage, das seröse Blatt, in der Entwickelung dem mukösen voraneilt, so wird jene Einschiebung immer mehr an der ventralen Fläche der Keimscheibe, hypodermal, zu geschehen scheinen, in dem wesentlich der Entwickelung des mukösen Blattes, des Endoderm, bestimmten Gebiete, oder doch wenigstens nicht oberhalb des Randes der Keimscheibe. Im hypodermalen Gebiete aber geschieht sie nicht mehr an denjenigen Stellen, an welchen das Darmblatt seine Gewebe deutlich ausgebildet hat, nicht am gebildeten Darmblatt, sondern nur am sich bildenden. Im Besonderen hielt Stricker es für möglich, dass die grossen Zellen am Boden der Keimhöhle der Batrachier auch Verwendung finden möchten für das Blutgefässnetz unter den Wänden des Dottersacks.

His lehnte 1866 den Satz, dass das mittlere Keimblatt zu keiner Periode ein einheitliches Ganze bilde, an den zweiten an, dass die Entstehung des Bindegewebes und der Gefässe einem Keimantheil von besonderer Herkunft, dem Nebenkeime, zuzuweisen sei. Dieser Nebenkeim, Parablast, Blutkeim, Hämoblast, eine mütterliche Beigabe, adventitielle Bildung, werde erst sekundär durch den Hauptkeim, den Archoblasten, zu Vegetationsvorgängen angeregt. Der Hauptkeim, im Hühnerei die Keimscheibe, anfänglich einschliesslich des Keimbläschens, bestehe aus einem schon vor der Bebrütung vorhandenen Zellhaufen, nämlich aus einer zusammenhängenden oberen Lage kleiner Zellen, der oberen Keimhaut, und aus von der unteren Fläche der letzteren, vorzüglich im Zentrum, ausgehenden, subgerminalen, von grösseren Zellen gebildeten Fortsätzen. Der Nebenkeim bestehe aus dem gelben Dotter mit kernlosen Zellen und dem weissen, welcher, den gelben in dünner Schicht umgebend, sich unterhalb der Keimscheibe mit einem Fortsatz gegen dessen Zentrum einsenke und in diesem kuglig anschwelle, und, wie schon Schwann meinte, Zellen mit kugligen Kernen enthalte. Bei der Bebrütung entstehe in Zunahme der subgerminalen Fortsätze und besonders in netzförmiger Verbindung derselben unter einander alsbald ein unteres Keimblatt als Produktion des oberen. Dann scheide sich nicht, wie Remak meinte, einfach ein mittleres Blatt vom unteren, sondern es löse sich je vom oberen und vom unteren Keimblatte eine Schicht ab, die obere und die untere Nebenplatte, und es bilde sich ein axialer Verbindungsstrang zwischen diesen, der Axenstrang. Aus der vorderen, umgebogenen Fortsetzung der Axialanlage entstehe durch Abspaltung in einer scheibenförmigen Verdickung des Vorderdarms der Muskelantheil und die Nervenanlage des Herzens; die innere, endokardiale Auskleidung desselben aber und die aller Gefässe stamme aus dem Parablasten. Am Rande der Area opaca, wo noch nicht die mehr durchscheinenden, solideren Gewebe des Embryo in der Keimscheibe überwiegen, durchwüchsen

jene Fortsätze des oberen Keimblattes rasch den weissen Dotter, nähmen dessen Elemente in ein Maschengerüst auf und bildeten ein Keimwallgewebe. Während dies weiter fortschreite, hebe sich das obere Keimblatt von dem früher gebildeten Theil ab und lasse diesen als inneres Keimwallgewebe unterscheiden. In dessen Lücken hebe sich wieder eine dünne Gewebsschicht von der unteren, dickeren Lage ab, oben und unten mit fadenförmigen Fortsätzen befestigt, innen an die untere Nebenplatte, aussen an den äusseren Keimwall angeschlossen. Diese Schicht, hämogene, bluterzeugende Membran, bestehe aus netzförmig verbundenen archiblastischen Zellen, stellenweise mit Nestern von weissem Dotter. Von diesen aus geschehe die Bildung von Gefässen und Blut durch Auswachsen spindelförmiger Zellen zu einem die Lücken auskleidenden zusammenhängenden Epithel. Dies rücke vor in die Area pellucida, den durchsichtigen Fruchthof, in die Zwischenräume zwischen unteren Nebenplatten und unterem Keimblatt, endlich in das vorgebildete Herz und die Aortenräume, indem die Elemente sich zu einem Schlauche zusammenordnen, der der vorgebildeten Wand ganz lose anliegt, ohne sich ihr zu verbinden. Von diesen primitiven Gefässwänden gingen alle weiteren Gefässanlagen, dann das Material zu Bindesubstanzen und Knorpel aus, so dass diese als Gefässadventitien zu bezeichnen seien. Die Zellen in den Nestern des Gefässhofes begännen sich zu röthen und würden zuerst abgeschlossene Blutinseln; sie ragten hinein in die Abschnitte der Gefässräume, welche schon ihre Endothelien haben, dann lösten sich Zellen ab und mischten sich der Blutflüssigkeit bei, welche auch von v. Bär, Vogt, Lereboullet, Aubert, Kupffer bei schon eingetretener Blutbewegung Anfangs noch farblos gefunden wurde.

Es würde hier an sich nicht berücksichtigt zu werden brauchen, dass His die zwei Keime, den Archiblast und den Parablast, im Eierstockei aus zwei verschiedenen Quellen herleitet, den letzteren aus eingewanderten Bindesubstanzen des Eis, es bekommt das aber an dieser Stelle eine Bedeutung in Verbindung mit der Behauptung, dass durch Vermittelung primitiver Gefässwandbildungen auch die Bindesubstanzen aus dem Parablasten herrühren. Die Bindesubstanzqualität wäre dann das Wesentliche des Parablasten und wäre in dessen Genese ererbt. Es scheinen aber die Bindesubstanzen eher von den subgerminalen Fortsätzen des Archiblasten abzustammen, diese ein Anfang von Bindesubstanz zu sein, gegen welche die epithelialen Gefässantheile aus der Randzone und dem Hypoderm heranwachsen. Wenn man, den Satz von His umsetzend, statt die Bindesubstanzen und Knorpel als Gefässadventitien zu bezeichnen, die Gefässadventitien mit Einrechnung aller Theile der Gefässwände ausser den Epithelien, aus derselben Quelle herleiten wollte wie sonstige Bindesubstanzen und mit diesen Knorpel, Knochen, Muskeln, so würde man, wie wir meinen, das Richtigere treffen.

Wie Stricker im Batrachierei die Verdrängung der Furchungshöhle durch die Darmhöhle und die Anlegung des mittleren und unteren Keimblattes an die untere Fläche des Daches der Furchungshöhle, so liessen Peremeschko und Oellacher im Hühnerei die Bildung des mittleren Keimblattes vermittelst einer Einwanderung von Furchungszellen zwischen das obere und das untere zu Stande kommen, welche Zellen auffallend grösser seien als die jener Blätter und erfüllt von Elementen des weissen Dotters.

Auch Waldeyer, indem er sich für die Entstehung des mittleren Blattes aus dem unteren an Remak anschloss, liess Zellen vom Boden der Keimhöhle zwischen die Blätter einwandern. Golubew dagegen schrieb die Verschiebungen dem Wachsthum und dem Drucke zu.

Oellacher erklärte beim Forellenembryo den Unterschied zwischen Zellwanderung und Wachsthumsverschiebung weniger gross, indem die zur Einwanderung bestimmten Zellen in derselben Flucht lägen wie die eingewanderten. Uebrigens zog er die Dotterhaut des Forelleneis mit in den Keim, von welchem sie wenigstens ursprünglich eine Fortsetzung sei, nicht diesen, sondern nur den übrigen Eiantheil, den Nahrungsdotter umschliessend, und nicht gleichwerthig der Dotterhaut des Eis der Batrachier und des Huhns, noch der Dotterhaut des Eis der Säuger, welche alle Produkte des Eierstockfollikelepithels seien und den Keim sammt dem Nahrungsdotter umhüllten. Die Anlage der Aorta glaubte Oellacher in einer Zellgruppe zwischen der Chorda und dem Darmdrüsenblatt gegeben. Diese Gruppe, welche von dem, übrigens die Chorda und den Medullarstrang bildenden, Axenstrang stamme, sei anfänglich vom Darmdrüsenblatte so wenig unterschieden, dass er sie diesem beigerechnet habe. Gegen Reichert, Remak, Vogt fand Oellacher, wie Schenk beim Hühnchen, so bei der Kröte das Herz nicht erst solide, sondern von Anfang an als eine hohle Ausstülpung der Darmfaserplatte. Es schnüre sich dann von der Darmwand ab und hänge zunächst noch durch ein Herzband, Mesocardium, an. Die die Herzhöhle füllenden Zellmassen könnten auf ihren Ursprung nicht nachgewiesen werden; von den Keimblättern seien sie durch ihr lockeres Gefüge hinlänglich unterschieden, doch seien die untersten Elemente in eine Reihe geordnet, so dass sie die Ausstülpung der Darmfaserplatte auskleideten. Es wäre nicht schwer, nach der hierzu von Oellacher gegebenen Zeichnung*) ein Diagramm zu machen, nach welchem Auskleidung und Inhalt des Herzens vom Darmepithel stammten und erst in der Umwachsung des Darmes wie des Herzens durch die Faserplatte von ihrem Ursprung abgeschoben würden.

Nach Kupffer entsteht ein innerstes, unmittelbar den Dotter über-

*) Archiv für mikroskopische Anatomie VII. Taf. XVI. 1.

ziehendes Blatt bei Knochenfischen nicht wie die übrige Keimhaut aus unmittelbaren Derivaten der Furchungszellen, sondern aus Zellen, welche in besonderer Blastemschicht frei auftreten. Der Herzbeutel bilde sich bereits bei Beginn der Rückenfurche und der Lösung des mittleren Blattes vom Hornblatt, indem in beschränkter Ausdehnung Flüssigkeit zwischen die Zellen des mittleren Blattes ausgeschieden und so dieses Blatt gespalten werde. Mit v. Bär, Vogt, Lereboullet, Aubert war er darin einig, dass die erst vereinzelt, dann zahlreicher im Plasma als kleine, sphärische Körperchen von Grösse der späteren Blutkörperchenkerne auftretenden Blutkörperchen, allmählich elliptisch und glatt würden und Kerne erhielten und dass die ersten Blutbahnen keine Wände hätten, die Gefässe sich erst nachträglich von der Umgebung differenzirten.

Aubert hatte die Couche hématogène von Vogt für die Substanz der Bauchplatten erklärt; in ihr würden die unregelmässigen Körperchen Pigmentzellen, die runden darunter Blutkörperchen; aber solche sollten sich nicht allein auf dem Dotter bilden, sondern sich überall von der Innenwand des Herzens und den Gränzflächen der Gefässe ablösen. Kupffer aber hielt nur die Entstehung in der Wand des Dottersacks bewiesen. Das Herz habe bei Beginn der Zirkulation deutlich inneres und äusseres Epithel. Erst mit der Zirkulation beginne die Röthung der Blutkörperchen. Die Zellen für das Pigment und für das Blut seien ursprünglich gleich und in derselben Flucht zwischen dem mittleren und dem dritten Blatte gelegen. Diese Zelllage entstehe von den länglichen Zellen des Keimsaums aus, welche in unvollkommener Theilung erst reihenweise Glieder vorschöben, diese lösten sich auf und die Zellen verbreiteten sich über die Dotterfläche. Keimsaum ist ihm dabei die sich bald durch rundere, lockere, kleine Zellen von der mittleren Region polygonaler Zellen unterscheidende Randzone der Keimhaut.

Für das Hechtei wäre die Angabe von Lereboullet, dass das innere Blatt der aus einer Hohlkugel hervorgehenden, den Dotter becherförmig umspannenden, zweiblättrigen Keimhaut nicht das Darmblatt, sondern das mittlere Blatt sei, und die Furchungshöhle ein Spalt zwischen Hornblatt und mittlerem Blatt, wohl so zu verstehen, dass das mittlere Blatt zeitiger deutlich und in ihm eine äussere Schicht früher von einer inneren abgeschieden sei als man das muköse Blatt überhaupt oder an der betreffenden Stelle bemerkte. Das würde dann allerdings die Entstehung solcher Theile des mittleren Blattes ausschliesslich unter dem Einfluss des äusseren oder Abstammung jener von diesem bedeuten.

Auch nach Götte gelangen bei der Unke die kernhaltigen Elemente des von der doppelwandigen Kappe der Keimscheibe umwachsenen, träge oder auch nur theilweise sich theilenden Dotters in das Viszeralblatt des mittleren Keimblattes, welchem sie unmittelbar anliegen, da das Darmblatt

um diese Zeit noch wenig ausgebreitet, auf den obersten Theil beschränkt ist, und bilden dort zwar nicht die Gefässe, aber doch das embryonale Blut. Wie die Ausbildung der erst durch die Umwachsung mit dem Lager zylindrischer Zellen des Darmblattes sich vollendenden Darmhöhle vorbereitet wird durch Bildung von Lücken in den zentralen Partieen des sich mehr und mehr auflösenden Nahrungsdotters, so würde dabei die Verbreitung des Blutes im Mesoderm begünstigt durch Bildung von mit Zwischenzellenflüssigkeit gefüllten Hohlräumen im sogenannten interstitiellen Bindegewebe. Dieses bestehe aus zackigen, in Anastomosirung ein lockeres Netz bildenden Embryonalzellen, es fülle die Lücken zwischen den deutlich umschriebenen Anlagen bestimmter Organe und Gewebstheile, danach aber dringe es auch ein in die morphologischen Anlagen selbst und deren Gewebstheile. Es repräsentire keine bestimmte physiologische Gewebsform, etwa die Bindesubstanzen allein, sondern diene allen allgemeinen Geweben zur Grundlage, welche ausserhalb der primär morphologischen Theile entstehen, so noch allen Gefässen, weiteren Nervenverzweigungen und einigen Muskeln. Das mittlere Keimblatt aber selbst entsteht nach Götte nicht ebenfalls durch Einwanderung von Furchungskugeln zwischen die beiden anderen Keimblätter vom Rande des Blastoderm aus, sondern aus einer Wucherung des Randes der Keimschicht, des Keimwulstes.

Nach den neuesten Auffassungen von Kölliker bildet sich das Mesoderm im Hühnerembryo ganz und gar ohne Betheiligung des Endoderm und der Randtheile aus dem Ektoderm in der Mitte der Keimhaut in der Gegend der embryonalen Längsaxe als tieferer Theil der ganz vom Ektoderm aus erzeugten, als Primitivstreifen Bär's bekannten, Verdickung des Blastoderm. Es verbinde die bis dahin getrennten Blätter des Ektoderm und Endoderm und breite sich zwischen sie hinein peripherisch aus. Die einzige Thatsache, aus welcher auf eine Betheiligung des Endoderm an der Bildung des Mesoderm geschlossen werden könne, das Vorfinden grosser Kugeln an der Aussenfläche des Endoderm und zum Theil im Gebiete des Mesoderm, am ersten an der Gränze der Area pellucida, sei ein vereinzelter, kaum wichtiger Vorgang und die Einverleibung solcher Kugeln in das Mesoderm nicht wahrscheinlich. Diese Angaben über Entstehung des Mesoderm lassen sich mit ganz wesentlichen Theilen der früher angeführten in unserer Theorie verschmelzen, dann, aber nur dann, wenn man die Herstellung des Mesoderm aus oder auf dem Ektoderm und von der Axe her, wie man wohl Grund hat zu thuen, ausschliesslich für den Antheil zugiebt, welcher nicht Epithel ist, namentlich also nicht für das Gefässepithel und die diesem nahe verwandten geformten Elemente des Blutes, und nicht für das Coelomepithel und dessen etwaige Fortsetzungen in die Gewebe, für solche dagegen mehr eine hypodermale und peripherische Entstehung gelten lässt. Wenn man dabei die Bildung der Epithellager im Allgemeinen als

in der Peripherie vorausgehend, die der Adventitien von der Axe her nachfolgend annimmt, so ist das vielleicht mehr theoretisch als im Einzelnen nachweisbar. Namentlich würde in der Couche hématogène, bei nächster Nachbarschaft beider Bildungen von erster Entstehung ab, die der Adventitien gegenüber der der Epithelien der Gefässe mehr einen dorsalen als axialen Ursprung haben. Auch wäre es festzuhalten, dass die Elemente, welche zu Gefässepithelien werden, ebenso wohl eine Stätte für Bildung der bindegewebigen Substanzen auf sich abgeben können als die Epithellager des Ektoderm das zuerst thaten, dass überhaupt jene überall sich an die Herstellung der Epithelien anschliessen können. Die örtliche Folge würde also nur ein Resultat der zeitlichen Folge sein und nur soweit Geltung haben. Immer erschiene die Zugabe der Bindesubstanzen und des Verwandten als die spätere Vollendung. Die Abspaltung des so zusammengesetzten, kombinirten, sekundären Gefässblattes im Voranrücken des Keimes kann dann eine innige Verbindung der Gefässe mit dem äusseren wie mit dem inneren Blatte nicht hindern, da solche sich schon früher herstellt, ebensowenig als das Coelom die Beiordnung ähnlicher Lagen von Muskeln und Nerven zu jenen beiden Schichten ausschliesst. Die direkte Herleitung auch der Bindesubstanzen aus den peripherischen Elementen, dem Dotter, müsste ebenso abgewiesen werden als die Bildung auch des epithelialen Antheils der Gefässe von der Axe des Ektoderm aus.

Für die Kombination primär mesodermaler Antheile mit epithelialen, wie wir sie im Vergleiche mit der sekundär animalen und der sekundär vegetativen Schicht in den Gefässherstellungen zu finden glauben, findet sich ein weiterer Anhalt im Bau des sekundären Mesoderm. Ranvier meint nachgewiesen zu haben, dass das Prinzip der Auskleidung mit Epithelien, oder hier Endothelien, Anwendung finde auf die kleinsten Höhlen des mittleren Blattes. Er erklärte die Zellen des fibrillären Bindegewebes selbst, die Bindegewebskörperchen der Zellularpathologie Virchow's, für eine Schicht abgeplatteter, polygonaler, protoplasmatischer Endothelien, welche die Interstitien begränzen und zu kleinsten serösen Höhlen machen, während sie der Oberfläche der Bindegewebsbündel aufliegen. Boll bewies, dass ein unmerklicher Uebergang stattfinde in den verschiedenen Formen des Bindegewebes von einer Bekleidung der Bündel durch einen Beleg abgeplatteter Zellen zur Umscheidung durch Membranen, an welchen eine Zusammensetzung aus Zellen nicht mehr nachzuweisen sei, wenn sie auch vielleicht entwickelungsgeschichtlich endothelialen Ursprungs seien. Eine solche Verkümmerung kommt übrigens auch in Gefässen vor und an anderen Stellen, so dass eine Epithellage ihre Fortsetzung nur in einer Cuticula zu haben scheint.

Wenn das Bindegewebe nur einigermaassen in solcher Weise als von mit Epithel bekleideten Spalten durchsetzt angesehen werden kann, dann ist

das Coelom die grösste Bindegewebslücke, sowohl nach der ersten Entstehung zwischen dem früher fertigen Ektoderm und dem später fertigen Endoderm als nach der letzten physiologischen Leistung. Freie Mündungen des Gefässsystems im Coelom sind dann gleichwerthig offenen Wurzeln desselben im Bindegewebe.

Recklinghausen wies nach, dass an der sehnigen Ausbreitung in der Mitte des Zwerchfellgewölbes von der Bauchhöhle aus Milch vermittelst merklicher Oeffnungen in Strudeln in die Lymphgefässe eintritt und es ist jetzt nicht allein wahrscheinlich, dass alle serösen Höhlen eine innige Beziehung zu dem Lymphgefässsystem haben, sondern auch, dass die Epithellager sehr gewöhnlich mit zahlreichen feineren Oeffnungen, Stomata, durchsetzt sind. Für die Kommunikation der Lymphgefässräume mit den Geweben giebt es dann verschiedene Auffassungen. Nach Einigen wäre sie eine geschlossene, indem die sternförmigen Bindegewebskörperchen von Virchow und Donders durch Verschmelzen der Membranen an den Berührungspunkten ein Röhrchennetz, ein plasmatisches Gefässsystem, Saftröhrensystem nach Kölliker, darstellten, als Uebergang zwischen Lymphkapillaren und Blutkapillaren. Nach Anderen, besonders Brücke und Ludwig, entwickelten sich die Lymphkapillaren, selbst gefässlos, aus interstitiellen Gewebsräumen und blieben mit letzteren durch Spalten verbunden. Man erkennt in der Hauptsache die gleiche Differenz der Meinungen wie für die Entstehung der embryonalen Blutgefässe. Nach Recklinghausen lägen die Bindegewebskörperchen in feinen die Bindegewebsmassen durchziehenden Saftkanälchen, welche eingegraben seien in eine die Zwischenräume der Faserbündel und die Lamellen des Bindegewebes verklebende homogene Substanz, aber andere besondere Wände nicht hätten. Der Unterschied der beiden letzten Theorieen ist nicht bedeutend, wenn man neben der Abnahme der Gewebsentwickelung gegen die Wurzeln der Gefässe hin noch die damit verbundene geringere Gewebsdifferenzirung mit in Rechnung bringt, wodurch die im Anfang allgemeine Unterscheidbarkeit von Epithelien und Bindegewebskörperchen hier andauert und Gewebsqualitäten bestehen lässt, welche für Entwickelung geformter Elemente, wie im gesunden Zustande für Lymphe und Blut, so auch in verschiedenen Erkrankungen Gelegenheit bietet.

Wenn man für die Entwickelung der Blutgefässe einer zwischen den beiden letzten Theorieen mehr vermittelnden Annahme beipflichtet, so braucht das nicht auszuschliessen, dass man der Verschmelzung von Blut erzeugenden Zellen zur Herstellung der Gefässhohlräume gebührenden Antheil lässt. Nur würden die Gefässwände nicht von den Resten aufgelöster Blutzellen, sondern von den nicht aufgelösten Nachbaren konstituirt. Es ist die Lehre von Remak, dass in zu Strängen und Netzen sich ordnenden Zellmassen die peripherischen Elemente Gefässwände, die zentralen

Blutkörperchen werden. Schon Wolff und Pander war es bekannt gewesen, dass das Blut zuerst inselartig in der Keimscheibe auftritt. Neuere Untersuchungen von Affanasif, His, Klein haben das genauer verstehen gelehrt als Entwickelung von Zellen durch endogene Brutbildung zu mit Blutkörperchen gefüllten Blasen, anfänglich geschlossenen Blutbehältern, welche dann durch erst solide, nachträglich hohle Sprossen sich verbinden und die Gefässgestalt erhalten. Ebenso sollen Blut und Blutgefässe noch bei Thieren, welche schon das Ei verlassen haben, insulär, ausser dem Zusammenhange mit bereits gebildeten Gefässen, entstehen können, im Schwanze der Kaulquappen nach Stricker und Arnold, in der Haut neugeborener Ratten nach E. A. Schäfer, in Entzündungsheerden nach Stricker. Solche Inseln stehen zu Sprossungen, deren Abkunft von freien Epithelflächen erkannt werden könnte, im selben Verhältnisse wie folliculäre Drüsen zu Drüsen mit Ausführungsgängen gedacht wurden. Sie müssen als zeitig abgeschnürte, umwachsene Blasteme betrachtet werden, ähnlich wie oben das Herz.

Für die Vermehrung embryonaler Blutkörperchen des Hühnchens findet Bütschli eine Einleitung nicht durch eine einfache Theilung des Kernes, sondern durch eine Theilung mit Vorausgehen einer Modifikation des Kerns. Diese sei die gleiche, wie sie sich im befruchteten Ei an dem ausrückenden Keimbläschen und später an den neugebildeten Dotterkernen zeige. Diese Körper wandeln sich nämlich in eine Gruppe von spindelförmig zusammengelegten Fasern, Kernspindel, und, indem die einzelnen Fasern in ihrer Mitte durch Anschwellungen dunkler erscheinen, bildet sich eine dunkle Aequatorialzone der Spindel, welche für eine Platte gehalten werden kann, Kernplatte Strasburger. Später zieht sich diese Kernplatte nach zwei Richtungen, gegen die Spindelpole hin, auseinander, sie theilt sich in zwei polwärts rückende Platten, aus welchen sich je ein Tochterkern differenzirt. Die Verbindung, erst noch blass und eingeschnürt, verliert sich und der so vollendeten Kerntheilung folgt die Theilung der Zellmasse. In den weissen Blutkörperchen der Amphibieen fand Bütschli dagegen nur eine einfache Längsstreckung der Kerne, Anschwellung der Enden und fadige Einengung der Verbindung, Biscuitform. Es ist gewiss vortheilhaft, die in sich theilenden Kernen optisch zur Geltung zu bringenden Qualitäten der Theile zu unterscheiden, aber es ist doch zu befürchten, dass jene Benennungen etwas zu spezifisch gewählt sind, um für alle Kerntheilung angenehm zu sein.

In Betreff der Entstehung von Herz, Gefässen, Blut bei Wirbellosen müssen wir uns noch kürzer fassen.

Bei einer Aszidie, Molgula macrosiphonica, entwickelt sich nach Kupffer ein besonderer Theil des Kreislaufapparates aus einem wasserhellen, der äusseren Wand des Mitteldarms mit einem Ende aufsitzenden

Stabe, indem dieser im Wachsen sich wiederholt theilt und sich so zu einem Netze hohler dünnwandiger, in ihren Kanälen runde, wasserhelle Zellen führender Gefässe umbildet. Hier sei dann wohl ausser der Resorptionsstätte für den Chymus noch eine Bildungsstätte für die geformten Elemente des Blutes. Krohn hatte diese Einrichtung bei Phallusia mammillata Cuvier, gleichfalls einer Aszidie, für eine Verdauungsdrüse, also gradezu für eine Ausstülpung des Darmrohrs angesehen. Bei Ascidia canina entwickelt sich nach Kupffer das Herz sammt Herzbeutel aus einem Haufen der in der Leibeshöhle, dem freien Raum zwischen Oberhaut und Darmsystem, befindlichen Zellen, ventralwärts vom Kiemensack, innig an dessen Wand geheftet, am hinteren Ende der Bauchfurche. Die Umgränzung der Blutbahnen zu Gefässen komme vor Bildung der Kiemenspalten zu Stande, indem ein Theil der runden, amöboiden, in der hellen Blutflüssigkeit zirkulirenden Zellen sich längs der Wände des Raumes unter der Oberhaut fixire. Der letztere Satz hat wohl wenig Wahrscheinlichkeit für sich, es ist viel eher anzunehmen, dass Wandzellen Blutzellen werden, als dass letztere, wenn schon differenzirt, sich als Wandzellen ankleben. Die Blutkörperchen der einfachen Aszidien entstehen durch Abrundung erst polygonaler, gleich sechseckigen Pflasterepithelzellen geformter Zellen des mittleren Blattes, welche im Rumpfe die hinteren Theile des Vorderdarms bedecken und allmählich von hinten nach vorn vorrücken, und ebenso aus Darmdrüsenblattzellen im Schwanze.

Bei den Pyrosomen hält Kowalevsky es für möglich, dass die nach Kupffer in freier Zellenbildung aus der Randschicht des Dotters, nach ihm selbst dagegen vom Epithel des Ei erzeugenden Follikels abstammenden, hier vielleicht als Dotterbildungszellen fungirenden, sogenannten Testazellen, wie als Nahrung aufgenommen, so auch als Blutkörperchen verbraucht werden könnten, indem sie sammt dem von ihnen in immer dichterem Netz umstrickten Dotter von der Keimscheibe umwachsen werden.

In der Knospengeneration der Salpa pinnata schien Vogt das Herz aus dem Blastem des Darmkanals zu entstehen. Brooks, welchem übrigens die Gefässe der Salpen durchaus nur Lücken in den Geweben, ohne Epithelauskleidung, Sinus, sind, hat neulich das Herz zuerst als granulirten Körper unter dem Magen und ihm dicht anliegend deutlich werden sehen und geglaubt, es vom Verdauungskanal ableiten zu sollen.

Bei wahren Mollusken ist von besonderer Bedeutung für das Verständniss der Gefässentstehung die Frage über die Beziehungen zwischen Blutgefässen und sogenannten Wassergefässen. von Bär und delle Chiaje hatten entdeckt und von Siebold es bestätigt, dass Mollusken durch besondere Oeffnungen der Haut, Pori, Wasser vermittelst eigener Kanäle, Pori aquiferi Leydig in das Innere des Körpers aufnähmen. Leydig hat 1855 die Behauptung aufgestellt, dass bei der kleinen Süsswassermuschel

Cyclas cornea die feinen Kanäle dieses Wassergefässsystems in ein Lakunennetz mündeten, welches der Centralblutraum des Fusses zwischen die Fussmuskeln aussende. So ist auch die Auffassung von Milne Edwards, dass besondere Wasserkanäle nicht existirten, die Blutgefässe das Wasser von Aussen aufnähmen und verschiedene Autoren haben den Eintritt des Wassers in das Blut bestätigt. Auch für Würmer, Räderthiere, Insektenlarven schien das Leydig wahrscheinlich. Das aufgenommene Wasser spritze bei den Mollusken theils auf demselben Wege wieder aus, theils werde es durch die Niere abgegeben, welche offen mit dem sogenannten Herzbeutel, einem Blutsinus, kommunizire, immer mit Beimischung von Blut. So sei es auch zu erklären, dass die Flüssigkeit, welche Planorbisschnecken bei Reizung aus der Niere, Glande précordiale Moquin Tandon, ausstossen, roth sei gleich dem Blute dieser Schnecke. Es ist dagegen behauptet, dass Leydig sich durch Falten des Fusses von Cyclas habe täuschen lassen. Landschnecken würden nach Gegenbaur jedenfalls das dem Blute nöthige Wasser nur durch den Mund aufnehmen und es müsse dann transsudiren. Auch die Aplysien würden nach Kollmann ein Wassergefässsystem nicht besitzen.

Weiter hält Leydig nach der Beschaffenheit, namentlich nach der Gegenwart charakteristischer farbloser Blutkörperchen in einem gefärbten, Fibrin ausscheidenden Plasma, den von Käfern der Gattungen Coccinella, Timarcha, Meloe an den Gelenken der Beine bei Berührung austretenden Saft nicht für ein Sekret dort liegender Drüsen, welche er genau studirt hatte, sondern für wahres Blut, obwohl er die Oeffnungen, durch welche solches austrete, nicht nachweisen konnte. Auch diese Behauptung bedarf besserer Begründung.

Eine entwickelungsgeschichtliche Beziehung für die so behauptete Kommunikation des Gefässsystems der Mollusken nach Aussen, welche man als Entwickelung vom Ektoderm aus verstehen könnte, ist mir nicht bekannt, wohl aber giebt es Zeichen einer Entwickelung vom Coelom aus. Bei Schneckenembryonen sieht man, bevor das Herz auftritt, eine blutartige Flüssigkeit in der Leibeshöhle bewegt durch die Kontraktionen des Fusses und des Nackens, in welchem sich wohl auch eine besondere maschige Stelle, die Nackenblase, auszeichnet. Auch bei den erwachsenen Schnecken, selbst bei den Cephalopoden, behält das Coelom die Bedeutung einer mit Blut gefüllten Höhle, in welche Gefässe mit weiten Mündungen übergehen. Damit wird in Verbindung gebracht, dass ein abgeschnürter Theil des Dotters neben dem Darm in der Leibeshöhle liege.

Die Kommunikationen des Herzschlauches mit dem Coelom bei den Insekten sind ganz charakteristisch. Wie aus einem solchen unvollkommen vom Coelom abgeschlossenen Gefässsystem ein vollkommneres der Spinnen, Skorpionen, höheren Krebse abgeleitet werden kann, so kann jenes aus

dem niederer Krebse abgeleitet werden, bei welchen, indem manche einen Herzschlauch über dem Darm haben, welcher das Blut aus der Leibeshöhle empfängt, andere das Blut in der Leibeshöhle durch die Bewegungen des Darmes selbst umhertreiben, das Herz aus in dem Coelom ausgespannten kontraktilen Bündeln zu entstehen scheint mit ungleichem Grade der Vollendung der Schlauchform. Entwickelungsgeschichtlich lässt Mecznikoff bei Geophilus das Herz am zweiten Keimblatt entstehen, indem sich am Darm, in Differenzirung aus der verdickten Wand der „Urwirbel" desselben, paarige Blasen bilden, sich mit der Spitze in die Beine einsenkend, dann allmählich mit den Basen dorsal aufrücken und zu einer Spalte zusammentreten, wobei sie nach hinten zu am längsten blasig bleiben. Die verwachsenden Wände auf einander folgender Blasen stellen die seitlichen Ausläufer des hohlen Herzstrangs dar. In der embryonalen Leibeshöhle finde man freischwimmende Blutkörperchen.

Bobretzky, welcher gegen Kowalevsky das Darmdrüsenblatt der Insekten für gleichwerthig dem entsprechenden Keimblatte der Wirbelthiere hält, nicht für entstanden durch Biegung und Verflachung der Randzellen eines ursprünglich unteren, das heisst mittleren Blattes, fand bei der Kellerassel, Oniscus murarius, die erste Anlage des mittleren Blattes gemeinsam mit der des unteren in einem Keimhügel im Zentrum der Furchungsscheibe dotterwärts zuerst als eine Schicht rundlicher Zellen, kleinerer Derivate der bis dahin einblättrigen Furchungsscheibe. In weiterer Zellenvermehrung und Ausbreitung theile sich dieser Keimhügel, indem ein Blatt desselben sich dicht an das Lager zylindrischer Zellen der äusseren Schicht lege, die Zellen des anderen sich in den Nahrungsdotter senken, diesen in sich einsaugen und durch die gewonnene Füllung als Dotterschollen erscheinen, solches auch bei Flusskrebs und Garneele, Palaemon. Der nach Zaddach in sekundärer Klüftung in pyramidale Schollen zerfallende Dotter ist für Bobretzki Darmdrüsenkeim. Das Herz entstehe dann aus einem Zellhaufen des mittleren Blattes zwischen Darm und Rückenwand des Embryo. Bei Palaemon schliesse sich eine Einstülpung der Furchungsblase ab, ehe noch das zellige Blastoderm sich als Hülle vom ventralen Nahrungsdotter gesondert habe und es gäben von den Seitenwänden her die Einstülpung ausfüllende Zellen das mittlere Blatt und die Zellen des Bodens der Einstülpung, in den Dotter hineinsinkend, den Darmdrüsenkeim.

Wenn hiernach der Zellhaufen, aus welchem das Herz sich bildet, allerdings mit dem ganzen Mesoderm, aus dem äusseren Blatte in einer zuerst durch eine Einstülpung bedingten Zellvermehrung hervorgegangen erscheint, so kann damit vielleicht etwas in Verbindung gebracht werden, was nach einer anderen Richtung hin mit sehr beachtenswerthen Erscheinungen in der Entwickelungsgeschichte der Insekten verknüpft worden ist. De la Valette St. George fand am Ei des Flohkrebses, Gammarus

pulex Degeer, eine Oeffnung, welche an sich schon von Meissner gesehen, aber in Uebereinstimmung mit den bei der Befruchtung dienenden Durchbohrungen der Eihaut, des Chorion, von ihm als Mikropylapparat bezeichnet worden war, vielmehr ähnlich wie Leuckart bei den pupiparen Fliegen der Dotterhaut zukommend und in Verbindung mit einer am vierten Segmente des Embryo vom Rücken in das Herz ragenden Einsenkung. Vielleicht handelt es sich hier auch nicht einmal um eine eigentliche Dotterhaut, sondern um eine Keimhaut. Claparède beschrieb bei dem Spinnenembryo eine schon von Herold wahrgenommene Erscheinung genauer, dass nämlich als erste, der Bildung des Bauchstreifens vorausgehende Differenzirung eine Zellvermehrung auftrete, welche in ihrer Lage dem späteren Hinterrücken entspreche. Er gab ihr, der hügelartigen Erhebung über die Blastodermfläche halber, den Namen des Cumulus primitivus. Von der Aehnlichkeit mit dem Funde de la Valette's betroffen, konnte Claparède doch keine Oeffnung nach Aussen sehen. Leider konnte derselbe die Entwickelung der inneren Organe sehr wenig verfolgen, aber die Lage des Cumulus primitivus in den Zeichnungen, zwischen Kopfkappe und Schwanzkappe in dem dann noch eingesenkten, später erst gestreckten Rücken, lässt ihn sehr wohl mit dem Herzen zusammenbringen.

Die Entwickelungsgeschichte der Insekten erschien den älteren Autoren für die Keimblätterbildung wesentlich gleich der der Wirbelthiere. In den Arbeiten von Weismann über die Entwickelung der fliegenartigen Insekten, Dipteren, im Ei ist eine neue Auffassung aufgetreten. Diese hat in wesentlichen Theilen bei anderen Autoren Zustimmung gefunden, aber doch nicht so vollständig, dass wir zu einem ganz klaren, einfachen Verständniss gelangt wären, an welches sich die Deduktion der Bildung des Herzens, der Gefässe, des Blutes bequem anschlösse.

Nach Weismann entsteht die Keimhaut der Dipteren aus einem durch Zurückziehung des Dotters, dessen Elemente bereits mit Eiweisshülle umgebene Fettkugeln seien, an der Oberfläche angesammelten Keimhautblastem unter Vorantritt von vier, zuerst von Robert erwähnten, das Schwanzende bezeichnenden Polzellen, und, mit Ausnahme eben dieser ihr aufliegenden Polzellen, anfangs als einschichtige Haut. Wie die Polzellen, so vermehren sich dann auch die Keimhautzellen durch Theilung, lagern sich mehrschichtig und bilden den Keimstreifen. In der Nähe der Polzellen schreitet die Vermehrung am raschesten fort. So entsteht hier ein „Schwanzwulst", welcher den Dotter hinten stärker einengend umschliesst, sich nach vorn in ihn eindrängt und nun an den Rändern dieser Eindrängung von einer schief nach rückwärts gerichteten Falte, der „Schwanzfalte" umgränzt wird. Indem diese Falte an der Rückenseite stärker zunimmt, überwächst sie den Keimstreifen am hinteren Pol. Sie begegnet sich dann mit einer später ähnlich vorn umwachsenden Kopfkappe und so

entsteht ein endlich den ganzen Keimstreif auf seiner mächtiger entwickelten Bauchseite frei umhüllendes Faltenblatt, welches Mecznikoff lieber Deckblatt nennen möchte und welches mit Ausnahme der mit dem dorsalen dünneren und in den Zellen an Dotter reicheren Theil des Keimstreifens verbundenen Randtheile sehr verdünnt ist.

Nach Mecznikoff soll eine Ausbreitung und Verjüngung des Rückentheils der Keimhaut, ähnlich der Bildung des Faltenblattes, sich in eine den Embryo sammt dem Dotter überziehende Blase verwandeln, ein „Amnion" bilden, das heisst eine von den eigenen Wandungen des Embryo ausgehende rückgeschlagene Umhüllung des Embryonalkörpers, ohne dass Mecznikoff damit eine Analogie mit dem gleichbenannten Gebilde bei den höheren Wirbelthieren im Auge haben will. Dieses liege ausserhalb des Faltenblattes dem Chorion dicht an, löse sich aber nach Schwund des Faltenblattes von der Eihaut, schliesse den Rücken in seine Wandungen übergehend, und verschwinde dabei im Uebrigen.

Nach Weismann sollte es zwei Entstehungsweisen des vorangehenden, später in Segmente sich gliedernden Bauchtheils, des Keimstreifens, geben, eine durch einfache Zunahme der Keimhautzelllager, die andere durch Reissen des Blastoderm am vorderen Rande des Schwanzwulstes, wie solches schon Kölliker und Zaddach angegeben hatten. Er setzte die Bildung mit Riss als „regmagen" der ohne Riss „aregmagen" entgegen. Mecznikoff fasste das so auf, als löse sich einmal der Rückentheil der Keimhaut vom Keimstreifen und bleibe ein anderes Mal in kontinuirlichem Zusammenhang. Jener Riss der Keimhaut soll eine nach vorn konvexe, hufeisenförmige Spalte sein. Es scheint sich wesentlich um die Entwickelung der mehr oder weniger in der Längsaxe ausgebildeten Bauchsegmente innerhalb der ersten Keimhautanlage zu handeln, welche dann die Länge durch Einsenkung gewinnen, so dass oberflächlich ein Spalt der optische Ausdruck davon ist.

Bei den Hemipteren bildet sich nach Mecznikoff der Keimstreif nur aus einem im Grunde des Blastoderm, welches im Uebrigen fast gänzlich in ein Amnion umgewandelt wird, angelegten Hügelchen von Zellen. Dieses steht nur durch das Kopfende mit dem Blastoderm in Verbindung; es ragt in das Innere des Eis, ist erst vom Dotter umgeben, wandelt ihn dann allmählich so weit um, dass der Rest in den Darm übergehen kann.

So stellt sich die Beziehung provisorischer Embryonalgebilde zum bleibenden embryonalen Leibe sehr ungleich. Jene Bildung von Zapfen, welche bei Krebsen in das Herz ragen, oder nach anderer Meinung nur in seiner Gegend liegen, ist für ein verkümmertes „Amnion" angesehen und für den Stammbaum verwendet worden.

Wenn bei Gliederthieren auf solche Weise im Faltenblatte und im Amnion ein oder zwei Möglichkeiten bestehen, dass Antheile von in sich

zurücklaufenden, blasenförmigen, durch Einstülpung sich in umhüllenden Falten darstellenden Blättern peripherische Hüllen von vergänglicher Bedeutung bilden, während andere Antheile bleibend dem Embryo angehören, so werden die Stellen, von welchen solche Falten sich erheben, immer für Abweichungen der Gewebsentwickelung, deshalb für Abspaltung, Coelombildung und dadurch wieder für die Bildung von Gefässräumen eine besondere Bedeutung haben. Es wird an sich nicht gleichgültig erscheinen, dass das Herz grade an solchen Stellen erscheint, und dem verglichen werden können, dass es bei den amnioten Wirbelthieren dort entsteht, wo die Kopfkappe des Amnion sich abhebt und bei den Anamniern dort, wo die Schlundausstülpung des vegetativen Blattes in den noch weniger differenzirten Dotter übergeht.

Während die Anneliden von den bei den Insekten deutlich offenen Verbindungen des Herzens mit einem weiten Coelom hinüberführen zu der Vertretung des Gefässsystems durch das Coelom selbst, behalten die Echinodermen in ihrer Abschnürung von einer eine Zeit lang bei den meisten die ganze Erscheinung beherrschenden provisorischen Embryonalhaut für ihr Gefässsystem sogar die Kommunikation nach Aussen, wie das die Beschreibung des fertigen Standes darlegen wird. Indem auch sie Verbindung des Wassergefässsystems mit dem Blutgefässsystem und wenigstens theilweise mit der Leibeshöhle besitzen, bestärken sie nicht allein die Meinung, dass jene beiden Arten von Gefässen zusammen abzuhandeln, sondern auch die, dass die ihnen zukommenden Hohlräume, sie mögen durch Einstülpung oder durch nachträgliche Spaltbildung in erst soliden Gewebslagern entstehen, mit denen der Coelombildung und auch der Bildung der Verdauungshöhlen in den wesentlichsten Dingen übereinstimmen.

Im fertigen Stande erscheinen Blutgefässe, Lymphgefässe, Herzen aus den vom Epithel und von den Bindesubstanzen und den Muskeln des Mesoderm gelieferten Gewebstheilen zusammengestellt, bei den verschiedenen Thieren entsprechend den Vollendungen und Modifikationen, welche jene Gewebselemente überhaupt in der Gruppe erleiden, aber wesentlich auf gleichen Grundlagen, und in Kombinationen, in welchen solche verschiedene Gewebsarten in ungleicher Menge und Deutlichkeit vertreten sind. Von den eigentlichen Gefässen röhriger Gestalt kann man weitere Buchten, Sinus, unterscheiden, welche noch die Gefässmembranen haben, und von diesen wieder die Gewebslücken, Lakunen, in welchen die die Gefässwände bildenden Gewebe, selbst die Epithelien, undeutlich werden oder verschwinden.

Wahrscheinlich können alle Spalträume des Körpers bis zu einem gewissen Grade als Annexe des Gefässsystems, die weiteren nach Form der Sinus, die feineren nach der der Lakunen betrachtet werden, nur dass die Kommunikation eine beschränkte, nicht für alle Elemente des Blutes durchgängige sein kann.

Die Vertheilung der eigentlichen Gefässe wird beherrscht durch die morphologischen Verhältnisse; zunächst durch die Scheidung der sekundären Blätter, dann in diesen durch die antimerische und metamerische Gliederung, die Entwickelung von Organen, oder, wenn man lieber so will, sie wirkt mit zur Herstellung der Gliederungen und der Gestaltung der Apparate. Dabei kann man sich ein Blutgefässsystem, wie es sich in der Regel findet, mit grösseren Stämmen, davon ausgehenden kleineren Aesten und endlich feinen und feinsten netzförmig verbundenen Zweigen, hervorgegangen denken aus einem Netze, welches eine nicht gegliederte Körperanlage mit gleichmässigen feinen Maschen durchzog. Indem innerhalb der einzelnen Theilstücke die Verbindungen vollkommner werden als im Allgemeinen zwischen den Theilstücken, gliedert sich ein solches Netz; das Netzwerk des einzelnen Theilstücks wird einem Stamme zugetheilt, baumförmig, die Verbindungen zwischen verschiedenen Theilstücken treten an besonderen Stellen als grössere Stämme auf und verschwinden an anderen. In dieser Umgestaltung gewährt ein grösseres Maass der Zusammenlegung der Zweige zu Stämmen eine Verringerung des Aufwandes an Wand, damit eine Ersparung wie an Baumaterial, so auch für Erhaltung, namentlich aber durch Verminderung der Reibung an den Wänden eine leichtere Bewegung der Blutflüssigkeit. Bleiben dagegen die Gefässe mehr aus einander gehalten, so können sie vollkommener die nächsten Wege zu den zu versorgenden Provinzen einschlagen und unter den günstigsten Winkeln dorthin gelangen. Auch kommen die Leistungen der Wände an Elastizität und eventuell Kontraktilität in höherem Maasse zur Geltung.

Durch die Theilungen nimmt die Summe der Querschnitte zu. In der Peripherie, wo das Blut seine Arbeit zu thun hat, in Aufnahme und Abgabe, giebt die Herstellung von immer mehr Wandflächen die reichlichste Berührung des Blutes mit den Geweben, welche über die besondere Art der Arbeit des Blutes entscheiden. Sofern die Blutzufuhr das Maass solcher Arbeit bestimmt, wird der Gefässreichthum eines Organs, namentlich der Umfang der Hauptstämme, in welchen sich ein solcher Reichthum repräsentirt, proportional sein der Entwickelung und Bedeutung der Theile. So haben die einzelnen Theile des Körpers verschieden grosse Hauptstämme. Auch die Art der Verzweigung ist nicht gleichgültig für die besondere Funktion.

Wenn der Muskelapparat der Gefässwände stellenweise besonders stark ausgebildet ist, und solche Stellen sich, wie in Gestalt, so durch die deutlichere Arbeit hervorheben, so bezeichnet man Solches als Herzen. Ist das ganz überwiegend an einer einzigen Stelle, oder ausschliesslich an einer der Fall, so hat man ein einziges, ein zentrirtes Herz. Neben einem solchen können sich accessorische Herzbildungen und statt eines können sich mehrere Herzen finden, deren Anordnung dann wieder den Gliederungen des Körpers und der Bildung von Hauptstämmen oder hauptsächlichen Ab-

schnitten des Gefässsystems entspricht und solchen eine grössere Selbstständigkeit gewährt. Ein einziges Herz ist ein Beweis einer starken Vereinigung der Körperabschnitte unter der Herrschaft einer untheilbaren Individualität. Am gewöhnlichsten greift in ein solches noch die bilaterale Symmetrie ein, oder drängt sich hart an dasselbe mit Erhaltung der Zweispaltung selbst der grössten Gefässstämme.

Wenn, was aber nicht immer der Fall ist, die Kontraktion des muskulösen Herzkörpers, welcher wohl auch das ganze Herz als einen hohlen Muskel hat bezeichnen lassen, stets in derselben Folge vor sich geht, so bekommt der Blutstrom durch das Herz eine bestimmte Richtung und man kann einen Blutstrom aus dem Körper in das Herz von einem Strome aus dem Herzen in den Körper unterscheiden.

In Betreff der Gefässe, welche beim Menschen und den ihm zunächst stehenden Thieren das Blut vom Herzen zum Körper führen, waren die Vorstellungen der älteren griechischen Autoren, des Aristoteles und seiner Vorgänger unklar und werden die Beschreibungen derselben durch die eigenthümlichen Benennungen und gedachten Beziehungen der Gefässe überhaupt noch verdunkelt. Theils wurden sie mit Nerven verwechselt und deshalb vom Gehirne abgeleitet; theils mit den Sehnen zusammengestellt, denen ihre festen Häute ähneln; theils wirkte auf das Verständniss verwirrend, dass die grössten vor dem Herzen der Luftröhre an ihrer Haupttheilung innig anliegen. Sie erhielten, da sie, was überdiess ihre Darstellung erschwerte, nach dem Tode blutlos gefunden wurden, obwohl ihre Dienste für Blutbewegung durchaus nicht verborgen geblieben waren, mit der Luftröhre selbst die gleiche Benennung, die der Arterien. Dieser Name blieb, als in der alexandrinischen Schule und bei Galenus das Gefässsystem, selbst bis zu den Lymphadern hin, besser verstanden wurde, und wurde in alle Sprachen hinübergenommen, im Deutschen, wegen des in diesen Gefässen noch merklichen Herzschlages, auch mit Pulsadern übertragen. Dem Aristoteles war der Begriff der Blutadern, φλέβες, deutlich noch ein allgemeinerer, und es gilt das stellenweise auch für die entsprechende Benennung Venae bei den römischen Klassikern. Bald aber bezeichnete man mit Vene nur ein das Blut dem Herzen zuführendes Gefäss. Aristoteles nahm an, dass bei den Blutlosen oder von Natur nicht an Blut-Reichen das Blut durch die Lymphe, ἰχώρ, ersetzt werde. Statt der Gefässe fänden sich Fasern, ἶνες, zum Theil Lymphe enthaltend. Am ersten sei auch bei den „Kleinen“ die grosse φλέψ deutlich.

Zwischen die Arterien, welche das Blut vom Herzen, und die Venen, welche es zurück zum Herzen führen, kann sich ein Netz sehr enger Gefässe einschieben, das der Haargefässe, Kapillaren. Dieselben können so enge sein, dass die einzelnen Blutkörperchen nicht in beliebiger Stellung bequem mit durchströmen können, sondern Gestalt und Haltung anpassen müssen.

Der von der rhythmischen Bewegung des Herzens erzeugte, in den Arterien schwankende Blutdruck wird durch die grossen Widerstände in den Kapillaren allmählich gleichmässig, der Strom in ihnen langsam, aber beständig und damit die Arbeit des Blutes regelmässig und ausgiebig. In den Venen erlangt das Blut zum kleinen Theil wieder die Beschleunigung und die Ungleichheiten der Bewegung durch die Ansaugung in das nach den Kontraktionen sich ausdehnende Herz. Die vom Herzen ausgehenden Blutwellen werden als Pulsschläge gezählt.

Kapillaren, feine Venen, sinuöse Ausbuchtungen werden fast allein von dem Epithelrohre, Endothelrohr His, Perithelrohr Auerbach, Zellhaut Remak, gebildet, dessen Elemente mehr polygonal oder mehr spindelförmig sein können; in den Lakunen können auch die Epithelien undeutlich werden. Für irgend grössere Venen und alle Arterien kommen bindegewebige Wandantheile, theils unter der Form der elastischen Fasern, hinzu und nehmen bei den meisten Venen und bei den Arterien zwischen ihre Lagen solche von Muskelfasern auf oder untermischen auch ihre Lagen mit diesen. Jene geben eine passive, dem Blutstoss widerstehende und ihn im Vorandrängen des Blutes vertheilende Elastizität, diese eine von den Gefässnerven abhängige Kontraktilität. Kleinere Gefässe ernähren die Wände der grösseren. Das umhüllende Bindegewebe erlaubt mehr oder weniger Verschiebung, welche beim Pulsschlag und bei verschiedenen Stellungen der Körpertheile Spannungen und dadurch Behinderung des Blutlaufs vermeiden macht. In die Venen ragende Falten oder Klappen, an welchen das Epithel und das Bindegewebe betheiligt sind, können als Ventile die Richtung der Blutbewegung sichern helfen. Solche bekommen im Herzen der Wirbelthiere eine energischere Ausbildung, treten auch in besondere Verbindung mit Muskeln des Herzkörpers und gehen bis in die Anfänge des arteriellen Antheils des Gefässsystems.

Die kapillaren Netze haben nicht allein Bedeutung für Ernährung derjenigen Theile, in welchen sie sich befinden, indem sie denselben brauchbare Bestandtheile zubringen und Verbrauchsstoffe wegführen. Vielmehr können die freien Flächen, die Epithelien, in Wechselwirkung mit dem in ihrer Nähe kreisenden Blute Umänderungen der Beschaffenheit des Blutes bewirken, welche dem Gesammtorganismus zu Gute kommen. So nehmen Kapillarnetze in der Wand der Verdauungshöhlen Nährstoffe, in der der Athmungsorgane Sauerstoff auf; andere scheiden in der Leber Gallenbestandtheile, in den Nieren die spezifischen Harnsubstanzen ab, welche, in den Geweben entstanden, sehr bedenklich wirken, sobald sie in auch nur geringen Quantitäten im Blute zurückgehalten werden. Die Funktion der Kapillaren in den eigentlich mesodermalen Antheilen steht somit in einer Art von Gegensatz zu der an den eigentlich freien Flächen; dort haben die

Arterien das werthvollere Blut, hier haben es die Venen, jedoch nicht ohne Ausnahme und nicht in jedem Sinne.

Kapillarnetze der Kiemen, der Leber und der Nieren können von gewöhnlichen dadurch unterschieden sein, dass sie nicht eingebettet sind zwischen Arterien und Venen, so dass das Blut von ihnen aus in nur immer mehr sich verbindenden Stämmen ohne Weiteres zum Herzen zurückkehrte, dass sie vielmehr in den Verlauf der Arterien sich einschieben, so in den Kiemen der Fische und in den Nieren mindestens der höheren Wirbelthiere, oder in den der Venen, so in der Leber der Wirbelthiere und nach älteren, aber von Hyrtl bestimmt bestrittenen, Meinungen in den Nieren der Fische und vielleicht der Amphibien. Es folgt in jenem Falle den arteriellen Kapillarauflösungen ein gewöhnliches Kapillarnetz nach, in diesem geht den venösen Kapillarauflösungen ein gewöhnliches Kapillarnetz voraus. In jenem Falle arbeiten die betreffenden Organe unter einem besonders starken Blutdruck, die nachfolgenden Netze unter einem besonders schwachen, in diesem Falle arbeiten die betreffenden Organe selbst unter einem besonders schwachen Blutdruck und mit abweichend geartetem Blute.

Auch giebt es Auflösungen grösserer Arterien und Venen zu einem Bündel schwächerer Stämme, welchen eine Wiedervereinigung folgt, ohne dass dazwischen ein eigentliches Kapillarnetz gebildet oder dabei der Charakter der Gefässe als arterieller oder venöser geändert worden wäre. Solche Einrichtungen nennt man Wundernetze. Sie erscheinen mehr als ein Stillstand auf früheren Bildungsformen oder Ausbildung solcher in ihrer Spezifizität denn als eine nach ihrer Art sekundäre Herstellung, mit anderen Worten, Netzbildung stellt sich als ein mehr embryonaler Charakter dar. Diese Netze scheinen in der Regel wenig mit vermehrter Blutarbeit an der betreffenden Stelle zu thun zu haben, ihr Effekt vielmehr in einer grösseren Sicherung eines Gleichmaasses von Blutumlauf, wenngleich auf Kosten der Geschwindigkeit zu liegen. So werden beispielsweise solche Gefässbündel, vor- und rückwärts mit grösseren Stämmen verbunden, in der Achsel- und in der Schenkelgrube von Faulthieren und Loris und in der Brusthöhle der Delphine leicht ein Stämmchen offen halten, wenn in den übrigen durch den nach den Besonderheiten jener Säuger an den gedachten Stellen anhaltend und stark wirkenden Muskeldruck der Blutstrom unterdrückt wird. Vielleicht ist für die Faulthiere und Lorihalbaffen die bestimmte momentane Erhaltung der Blutzufuhr noch nicht der Haupteffekt, vielmehr wichtiger, dass bei diesen kletternden und in den verschiedensten Stellungen an den Bäumen hängenden Thieren der Stand des Blutes und die Kraft der Blutwelle, damit die Ernährung der Muskeln und die Abfuhr aus denselben, in den Gliedmaassen durch Leitung des Blutlaufs durch Wundernetze, gewissermaassen mit solchen eingeleitet und wieder damit abschliessend, sehr ebenmässig gemacht wird. Die physikalischen Wirkungen der Haltung werden

gegenüber der gleichmässigen Herzthätigkeit bei solchen Einrichtungen weniger bedeutend sein; der Unterschied der Blutvertheilung zwischen einem herabhängenden und einem hinaufreichenden, einem gebeugten und einem gestreckten Arme wird verringert.

Solchen Gefässbündeln zunächst stehen die sogenannten kavernösen Gefässe, deren Wand sich maschig und schwammig gegen den erweiterten Hohlraum erhebt und so durch ein mehr anliegendes oder mehr durchsetzendes Netzwerk die Blutbahn theilt. Wenn solche in geeigneter Weise von in ihnen gelegenen oder auf sie wirkenden Muskeleinrichtungen begleitet werden, deren Spannung wechselt, so können sie als Schwellkörper auftreten, einmal mehr, das andere Mal weniger Blut aufnehmend und zurückhaltend, so bei Begattungsgliedern von Wirbelthieren. Sind sie solcher Muskeleinwirkung weniger unterworfen, so können sie doch in bequem wechselnder Füllung Reservoire bilden, in welchen bei zeitweiser allgemeiner Blutvermehrung ein Ueberfluss Platz hat, ohne, dass wenn dieser nachher anderweitig verbraucht wird, wichtige Organe einem zu grossen Wechsel der Blutfüllung unterworfen würden. So scheinen mir die so ungleich gefüllten Kämme und Lappen vieler Vögel, besonders hühnerartiger zu fungiren.

Bei den Wirbelthieren sind die Lymphgefässe, welche von ihren Stämmen aus als ein Theil des Venensystems erscheinen, doch nicht wie andere Venen an ihren Wurzeln kapillär mit Arterien verbunden. Bei den Fröschen zeigen sie, wie zuerst J. Müller fand, sich in ganz ausgezeichneter Weise als grosse Lymphräume zwischen den Muskeln und der Haut, um die Speiseröhre, zwischen Eingeweiden und Wirbelsäule; solche setzen sich als Umhüllungen der Gefässe scheidenartig fort. An der Verbindungsstelle zwischen Gliedmaassen und Rumpf erhalten solche Lymphräume durch kräftige Muskeln der Wand und Klappen die Funktion von Lymphherzen, welche die Lymphe in die Venen pumpen. Aehnliche Lymphherzen findet man bei anderen Amphibien, Fischen, Reptilen, aber das Röhrensystem wird schon deutlicher.

Nach einer neueren Arbeit von Kollmann würde bei Aplysienschnecken das ganze venöse Netz der kapillaren Verbindung mit den Arterien entbehren. Die Druckdifferenz zwischen der von gespannten Muskeln umhüllten Leibeshöhle und den frei flottirenden Kiemen, sowie im Blutstrome von diesen zum Herzen und vom Herzen in den Körper soll genügen, um das Blut durch die abgeschlossenen Gefässmembranen hinüber zu filtriren. Wenn sich das bestätigt, so kann man die gewöhnlichen durch Kapillaren mit den Arterien verbundenen Venen als eine sekundäre Abspleissung betrachten, als einen Ausweg, welcher dem Blute eine direktere und beschleunigte Rückkehr zum Herzen ermöglicht und in Verbindung damit dem grössten Theile der Blutmasse eine vollkommenere Gleichartigkeit der Mischung gewährt. Die wahren Blutgefässe wären dann am

weitesten von der anfänglichen Blutraumbildung abgewichen, die Lymphgefässe weniger. Diese sind die Umwandlung von Lymphräumen, Gewebsspalten unbestimmterer Begränzung und allgemeinerer Verbreitung in die Form der Röhren, welche von dem Augenblicke an, dass eine bewegende Kraft an ihnen angebracht wird, geschickter für die Bewegung der Flüssigkeiten in bestimmter Richtung sind. Von allen hierbei als Ausgangspunkt in Betracht kommenden Spalten ist das Coelom die wichtigste. Wo der Unterschied von Blutgefässen im engeren Sinne und Lymphgefässen gegeben ist, erfahren letztere ihre stärkste Entwickelung an den Verdauungsorganen und erhalten dort den besonderen Namen der Chylusgefässe.

Die Elemente des Blutes sind theils geformt, Blutkörperchen, theils flüssig, Plasma. Beiderlei Substanzen können gefärbt oder ungefärbt sein.

Nachdem, wie wir oben berichtet haben, schon Leeuwenhoek beim Frosche, ausser den rothen farblose Blutkörperchen gefunden hatte, stellen sich aus zahlreichen Untersuchungen der letzten Jahrzehnte Eigenschaften und Beziehungen dieser zwei Hauptformen in folgender Weise. Farblose oder weisse Blutkörperchen erscheinen bei Wirbelthieren in verschiedener Gestalt. M. Schultze unterschied bei Gelegenheit seiner Erfindung des zu ihrer Beobachtung besonders geeigneten heizbaren Objekttisches, beim Menschen erstens: nur 5 μ grosse, kuglige, wenig körnige, mit geringer Menge von Protoplasma und sehr zarter Begränzung, nicht formveränderlich; zweitens: etwas grössere, deren ansehnlichere feingranulirte Protoplasmamenge kurze, spitze Fortsätze treibt, aber keine Molekularbewegung zeigt; drittens: 9—12 μ messende, und somit die gefärbten höchstens um die Hälfte übertreffende, meist unregelmässige mit feingranulirtem, erst bei Wasserzusatz in Vakuolen molekular bewegtem Protoplasma, sehr undeutlichen, öfter vermehrten Kernen, bei Erwärmung kriechend und sich ausbreitend; viertens: mit kleinen glänzenden Körnern grob granulirte, auch im Körperinhalt bei Erwärmung sehr bewegliche, meist deutlich gekernte. Die Körperchen mit fein granulirtem Protoplasma erwiesen sich besonders fähig, feine Farbtheilchen und Milchkügelchen in sich zu schlucken. Solche farblose Blutkörperchen zeigen sich im Blute eine halbe Stunde nach genossenen Mahlzeiten auf das Vierfache vermehrt, um dann rasch auf eine sehr geringe Zahl herabzusinken. Selbst in stärkster Vertretung, herrührend einerseits aus starker Erzeugung, andererseits aus Mangel der Umwandlung, berechnen sie sich für Menschenblut im Allgemeinen an Zahl nicht auf $^1/_{200}$ der rothen, für Blut der Milzvene, welches weitaus am reichsten an ihnen ist, auf $^1/_{60}$. Beim Frosche dagegen fand Wagner ihr numerisches Verhältniss zu den rothen Blutkörperchen wie 1:5.

Aus den weissen Blutkörperchen werden bei Wirbelthieren rothe. von Recklinghausen hat unter besonderen Vorsichtsmaassregeln frei in vom Frosche genommenen Blute in Haufen farbloser Zellen und im Blutwasser,

Serum, schwach punktirte spindelförmige farblose Zellen sich in elliptische, platte, homogene, glattbegränzte umwandeln und sich roth färben sehen, so dass sie nur noch durch die stärkere Punktirung des Kerns und einzelne kleine Pünktchen in der Zellsubstanz als neugebildete zu erkennen waren. Da bei Umwandlungen in der Entwickelung auch für zusammengesetzte organische Körper eine Grössenverminderung nichts Ungewöhnliches, vielmehr leicht Erklärliches ist, so steht nichts der Annahme im Wege, es seien nicht die weissen Körperchen von Grösse der rothen Blutkörperchen, sondern die grössten, welche zu rothen Blutkörperchen werden, soweit sie nämlich durch ihre grössere Homogenität und bei höheren Wirbelthieren durch das Undeutlichwerden des Kernes sich den rothen nähern und nicht in Vervielfältigung begriffen erscheinen, die kleineren aber seien erst in der Entwickelung begriffen. Ob und wie weit noch grössere grob granulirte weisse Blutkörperchen im kreisenden Blute Brut erzeugen, ist noch nicht vollständig klar.

Bei einigermaassen erwachsenen Wirbelthieren scheint die Erzeugung rother Blutkörperchen nur aus weissen zu geschehen. Anders in den Embryonen und sehr jungen geborenen Thieren. Die gefärbten Blutkörperchen zeigen bei solchen, wie Remak schon 1841 ermittelte und gegen spätere Zweifel 1858 genauer für den Hühnerembryo ausführte, reichliche Zellvermehrung, eingeleitet durch Theilung der Kernkörperchen und Kerne und sich darstellend in bis zu vier Kernen in einer Zelle. Die Blutkörperchen erhalten in den Embryonen auch schon die rothe Färbung, bevor sie noch in den Strom des Blutes hineingerissen werden, in ihrer insulären Entstehung. Wir haben jedoch oben Anhalt genug dafür gefunden, dass auch anfänglich ungefärbte Blutkörperchen im Blutstrome seien.

Die rothen Blutkörperchen sind bei den schwielenfüssigen Wiederkäuern, Kamel und Llama, den Vögeln, den Reptilen, den Amphibien, fast allen Fischen elliptische, bei den übrigen Säugern und den Fischen mit unpaarer Nasenöffnung, soweit sie überhaupt solchen zukommen, kreisrunde mehr oder weniger im Centrum eingedrückte, napfförmige Scheiben mit glatter Oberfläche. Ein aus der Entwickelung herrührender Kern verschwindet bei den Säugern vollständig, während er bei den übrigen Wirbelthieren erhalten bleibt und die Einsenkung der Blutkörperchenscheibe in der Mitte wieder vorwölbt. Eine Membran im alten Sinne ist nicht anzunehmen, wohl aber andere Dichtigkeitsverhältnisse für die gegen die Peripherie gelegenen Theile.

Unter den Fischen haben Amphioxus und die durchsichtigen Leptocephaliden keine rothen Blutkörperchen. Nachdem Peters die Meinung, letztere Fischchen seien junge Bandfische, zurückgewiesen hat, bliebe nach Dareste noch die Möglichkeit, sie für junge Meeraale, Conger, anzusehen. In diesem Falle würde der Mangel der rothen Körperchen die Verlängerung

eines embryonalen Zustandes sein, welcher sich nach Quatrefages auch beim Hechte ziemlich weit hinauszieht.

Die rothe Farbe, welche bestimmter als die Umwandlung der Gestalt und anderer Einzelnheiten die eine Gattung der Blutkörperchen von der anderen unterscheiden lässt, sammelt sich allmählich und erzeugt erst, so in Froschlarven, in dem Körperchen nur einen gelblichen Schein. Sie tritt ein unter dem Einflusse des Sauerstoffs und in sofern das Licht dabei in gewissen Fällen betheiligt ist, in anderen Fällen dabei aber unmöglich direkt einwirken kann, vielleicht unter dem Einflusse ozonisirten Sauerstoffs, und kann auch an der reinen Lymphe beobachtet werden.

Die rothe Farbe sammelt sich in einem aus dem Blute auskrystallisirenden Körper, dem Haemoglobin oder Haematocrystallin. Dieses ist aus einem Eiweisskörper, welcher dem Globulin nahe stehen soll, von dem man vielleicht richtiger sagt, er bilde mit einigen anderen eine Globulingruppe, und einem Farbstoffe, dem Haematin, zusammengesetzt und kann es wohl aus einer Ungleichheit in der Art, wie diese Verbindung hergestellt ist, erklärt werden, dass Haemoglobin nicht allein in reinen oder abgestumpften Tetraedern, sondern auch in rhombischen Prismen krystallisirt. Schon durch Kohlensäure kann man das Hämatin oder zunächst eine niedere Oxydationsstufe, das Haemochromogen aus dem Haemoglobin darstellen und durch Sauerstoff letzteres regeneriren. Das Haemoglobin hat dadurch, dass es chemisch Gase, namentlich den Sauerstoff bindet, so dass letzterer wie ein absorbirtes Gas durch verringerten Druck, Erwärmung, Eintritt anderer Gase wieder ausgetrieben, aber auch an der Oxydation fähige Substanzen abgegeben werden kann, eine ganz ausgezeichnete physiologische Bedeutung. Durch Aufnahme von weiterem Sauerstoff in der Athmung zu Oxy-haemoglobin verwandelt, transportirt es diesen Sauerstoff in den Körper, giebt ihn ab und trägt als gewöhnliches Haemoglobin andere Gase zu den athmenden oder sonst Gase ausscheidenden Oberflächen, wo sie an die Luft diffundiren. Das gasführende Haemoglobin, eingeschlossen das Oxy-haemoglobin, zeigt zwei Absorptionsstreifen im Grün des Spektrum, gewöhnliches Haemoglobin nur einen. Nach Liebermann zeigt dann weiter durch Chamaeleonlösung schwach oxydirtes Haemoglobin drei Streifen, welche fast genau dreien von den vier der Auszüge des Pflanzenchlorophylls entsprächen. Der vierte Streifen des Chlorophylls aber gehöre einer vom Chlorophyll abspaltbaren Säure an und es könne ein nur jene drei Streifen zeigender Stoff durch Reduktion von Farbstoffen aus Blüthen gewonnen werden. Dieses hat Liebermann verwendet, um die Theorie vom einheitlichen Ursprung alles Organischen zu stützen. Die physikalische Beschaffenheit der rothen Blutkörperchen, namentlich die vollständigere Homogenität, das besonders, wenn sie kernlos und um so mehr, je kleiner sie sind, lässt die Eigenschaften des Hämoglobins in ihnen rascher zur Wirkung kommen, als

das in Lymphkörperchen möglich wäre. Recht kleine, recht runde, recht in sich gleichartige rothe Blutkörperchen werden am lebhaftesten an die organische Substanz den Sauerstoff zu übertragen und die anderen Gase aus derselben wegzuführen im Stande sein. Wohl sicher wird aber auch die Thätigkeit solcher von den Lymphkörperchen am meisten sich entfernenden rothen Blutkörperchen so gut wie vollständig auf jenen Dienst beschränkt sein. Die Ausbildung der rothen Blutkörperchen ist eine Differenzirung der geformten Bluttheilchen, ganz vorzüglich im Dienste einer vollkommneren Athmung.

Die Lymphe der Wirbelthiere enthält dort, wo sie an der Einmündung der Lymphgefässe in grosse Blutgefässe dem Blutrückschlage bei der Herzbewegung unterworfen ist, lebende rothe Blutkörperchen, sonst, von Uebertritt in der Peripherie, wohl nur absterbende oder zerfallende. Ihre sonstigen geformten Bestandtheile, die Lymphkörperchen, sind identisch mit den weissen oder farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere und der Wirbellosen. Dem Blute zugeführt, ersetzen sie bei jenen die abgängigen rothen Blutkörperchen und bauen ihre Substanz unter Umständen unter Mitbenutzung letzterer auf, indem sie deren Bruchstücke in sich aufnehmen.

Wenn ich eine Zählung von Hirt entsprechend umsetze, so berechnet sich bei einem Mann die Zahl der weissen Blutkörperchen untermischt unter je eine halbe Million rother

im nüchternen Zustande auf	700,
eine halbe Stunde nach dem Frühstück auf	1440,
vor dem Mittagessen auf	331,
zehn Minuten nach demselben auf	314,
zwei bis drei Stunden nach demselben auf	1166.
eine halbe Stunde nach dem Abendessen auf	338,
zwei bis drei Stunden nach demselben auf	407.

Die Vermehrung durch die Mahlzeiten ist demnach sehr auffällig; sie hindert aber nicht eine relative Abnahme während des Gesammttages, welche in der Nachtzeit bei Erleichterung des Einströmens der Lymphe in das Blut durch die liegende Haltung und bei Verringerung des Athmungsprozesses, welcher die Blutkörperchen roth macht, beglichen werden muss. Die drei Perioden der Zunahme nach den Mahlzeiten weisen in der aufgeführten Rechnung zusammen eine Vermehrung der weissen Blutkörperchen um 1637 nach, welche in Umwandlung zu rothen deren Zahl erst in 305 Tagen herstellen würden. Wir müssen aber eine Ausgleichung dafür suchen, dass auch während der Abnahme des Gesammtbestandes ein Zuströmen stattfindet und dass die Vermehrung während der Zunahme wegen auch dann stattfindender Umwandlung in der Zählung nicht bis zum ganzen Betrage deutlich wird. Einen Theil davon können wir approximativ aus dem Verhalten während der Nacht gewinnen, in welcher auf vielleicht ein Drittel der Zeit

eines Tages eine Vermehrung um 293 weisse Körperchen stattfindet. Dieses dreimal genommen erhöht die Zahl der zugeströmten auf 2516 und vermindert die Zeit, in welcher sie die rothen ersetzen könnten, auf 198 Tage. Weiter bliebe zu schätzen, was sich der Beobachtung entzieht, weil auch in der Nacht weisse Körperchen in rothe umgewandelt werden, und zu berücksichtigen, dass eine weitere Zahl von Beobachtungen in einem Tage immer nur in der Richtung wirken würde, das gefundene Resultat für das Ersatzmaterial zu vergrössern und die zu beanspruchende Zeit zu verkleinern. Da auch gewisse Experimente, besonders die Transfusion von Blut eines Thieres in die Adern eines anderen, beweisen, dass einzelne kenntliche rothe Blutkörperchen mehrere Monate ihr individuelles Leben behaupten, so steht der Annahme nichts im Wege, die rothen Blutkörperchen der Erwachsenen seien alle durch Umwandlung von weissen entstanden. Das wird nicht ausschliessen, dass für gewöhnlich ein Theil der weissen Blutkörperchen der Wirbelthiere nicht roth werde, abortiv bleibe, wie sie ja bei Wirbellosen überhaupt nicht roth werden oder doch nicht grade so sich verhalten. Ungewöhnlich viele weisse Blutkörperchen scheinen unter gewissen, theils physiologischen, theils pathologischen Zuständen weiss zu bleiben, bei gewissen Arten der Ernährung, bei beschränkter Athmung, in Weissblütigkeit, Leukämie, und bei jungen Thieren. Solche weiss bleibende Körperchen können abortive genannt werden, weil sie ihre Vollendung nicht erreichen; sie gehen fettig zu Grunde.

In der Hauptsache liegt der Unterschied zwischen rothen und weissen Blutkörperchen im Besitze und Mangel des Hämoglobin. Die übrigen Bestandtheile an Eiweisskörpern, Fetten, Seifen, Cholesterin, Protagon, Salzen, Wasser scheinen ziemlich dieselben. Die Kerne enthalten Muzin, was auch für die Ableitung der Blutkörperchen von Epithelien sprechen dürfte.

Die Bildung der Lymphkörperchen findet bei den erwachsenen Wirbelthieren mindestens weitaus für die Hauptsache an beschränkten Stellen statt. Die Beschränkung solcher Stellen schreitet mit dem Alter fort, indem anfänglich zur Bereitung der Körperchen dienende Organe später nicht mehr der sonstigen Vergrösserung entsprechend an Umfang oder doch nicht an Leistungsfähigkeit zunehmen, vielmehr schwinden oder ihre Zeugungskraft verlieren, entarten. Besondere Stellen für Erzeugung von Lymphkörperchen sind in grosser Verbreitung in den Verlauf der Lymphgefässe als Lymphdrüsen eingeschaltet. Diesen gesellen sich die follikulären Drüsen, die an der Rückwand des Magens und, dessen Form- und Lagenverschiebung nachfolgend, in der Regel asymmetrisch links gelagerte Milz, die Thymusdrüse vor der Wurzel des Herzens, die Schilddrüse, bald zu beiden Seiten der Luftröhre, öfter querüber verbunden, in der Haltung des Menschen unterhalb des Kehlkopfes, die Nebennieren, die Steissdrüse, die lymphoiden Drüsen auf der Oberfläche des Störherzens, wahrscheinlich die rothen Körper an den Halsschlagadern der Vögel.

Den einfachsten Bau haben unter diesen die follikulären Drüsen. In der Mundhöhle, im Rachen, in Gruppen an den Mandeln, Tonsillen der Säuger und Raubvögel und in Rachentaschen der Krokodile, im Dünndarm vorzüglich im unteren Theile, dem Hüftdarm, Ileum, in den Peyer'schen Follikelhaufen, nach der Häufung benannt, Plaques, Glandulae Peyerianae oder agminatae, liegen sie in der Schleimhaut und Unterschleimhaut bläschenartig eingebettet. Sie haben ein Stützgerüst, sind von Blutkapillarnetzen durchzogen, aber von Lymphgefässen nur umsponnen und bergen Nester von Lymphzellen, aus welchen die Bestandtheile in die Lymphe zu gelangen scheinen.

Fig. 180.

Peyer'sche Haufendrüse aus dem Dünndarm des amerikanischen Bibers, Castor fiber Linné: natürliche Grösse.

Die Lymphdrüsen enthalten ein Wundernetz der Lymphgefässe selbst, in welchem diese sich erweitern und durchbrochene Wände haben, verbunden mit Strängen von Lymphzellen, Follikularsträngen. Dieses Netz wird gestützt von einem bindegewebigen Gerüst und das Kapillarnetz der Blutgefässe breitet sich zwischen den Strängen aus. Während in den Follikeln die Lymphbrutstätten mehr insulär angelegt sind, scheinen sie in den Follikularsträngen in offener Verbindung mit dem Lymphkanalsystem zu stehen, ohne dass nach der Natur der Sache dieser Unterschied ein ganz schroffer wäre. Die Lymphdrüsen, indem sie als Stationen in den Verlauf der Lymphgefässe eingebettet sind, erschweren durch ihre Wundernetze den Strom sehr. Das scheint die Ursache zu sein, dass in ihnen die eintretende Lymphe einer Behandlung unterworfen wird, durch welche der besondere Charakter einer Region abgeschwächt, die Lymphe ihrer Spezifizität entkleidet wird, auch fremde Körper zurückgehalten werden und deren Schädlichkeit sich auf diese Stellen überhaupt oder zunächst beschränkt. So sind es die Lymphdrüsen einer Gegend, welche bei einer Infektion der Peripherie anschwellen, vereitern, melanotisch, krebshaft werden.

Es ist unzulässig, in den Follikularsträngen ein besonderes Epithel aufzusuchen, da sie ganz als dem Epithel homolog zu betrachten sind, soweit nicht solches von Bindegewebskörperchen ununterscheidbar wäre. So bleiben auch die geschlossenen Follikel am Verdauungskanal und dessen Drüsen mit Ausführungsgängen immer noch nächste Verwandte. Die von jenen abgestossenen Epithelzellen behaupten mehr als die irgend einer anderen Drüse ihr individuelles Leben über die Ablösung hinaus. Wenn aber Follikel gegen den Hohlraum des Verdauungskanals platzen, so können sie hier immer als Schmierdrüsen dienen.

In den aus Lymphdrüsen austretenden Lymphgefässen, Vasa efferentia, ist die Lymphe viel reicher an Lymphkörperchen als in den zuführenden, Vasa afferentia. Das gilt auch für die Lymphgefässe an den Peyer'schen

Plaques. Falls ausser dem Blutplasma geformte Bestandtheile durch Blutgefässwandungen in die Räume gelangen, aus welchen die Lymphadern abführen, werden sie wohl nur als Material, in Zerfall, neben dem Plasma zum Aufbau neuer Lymphkörperchen verbraucht werden.

Die Milz ist von einigen niedersten, unpaarnasigen Fischen bis dahin noch nicht bekannt. In ihr umhüllen in der Regel die die Lymphkörperchen erzeugenden, cytogenen Lager die kleinen Arterien und sind, da sie sich in geringer Menge in die mit ihrem Gerüste verbundenen bindegewebigen Scheiden der grösseren Arterien erstrecken, als eine spongiöse Modifikation dieser Arterienscheide um ein reiches Kapillarnetz dargestellt worden. Sie bilden dann bei Säugern und Vögeln rundliche Auftreibungen, welche auf Schnitten der Milz körnig erscheinen, Malpighi'sche Körperchen. An diesen sind in der Peripherie die Bindegewebsfibrillen noch deutlicher, aber in der weiteren Umgebung setzen sie sich nur in einem äusserst zarten Netz fort, welches die Milzmasse, das Mark, Pulpa, nicht hindert gleichartig zu erscheinen. In dieser wird die Wand der arteriellen Kapillaren immer zarter und lockerer, indem die Zellen protoplasmatisch werden; es entstehen intermediäre Blutbahnen, durch welche zwischen Zellen und Fadennetz der Pulpa hindurch das Blut zu den siebförmig durchlöcherten Venen gelangt. Die Lymphzellen sind in der Pulpa in starker Vermehrung begriffen, während in ihren, aus erweiterten und unvollkommenen Gefässen entstandenen Spalten rothe Blutkörperchen in grösserer Menge zu Grunde gehen.

Nach den Untersuchungen von W. Müller hat die Milz der Reptilien einen mehr embryonalen Charakter; das Blutkapillarnetz im Inneren rundlicher Globi oder Milzfollikel sei fortdauernd im Wachsthum und die Globi seien von dünnwandigen Venen wie die Lymphfollikel von Lymphgefässen schalenartig umhüllt. Die glatte Gefässmuskulatur ist in der Milz stark vertreten.

Die Milz kann nach ihrer Gestalt mehr kompakt oder mehr gestreckt flächig ausgebreitet, auch lappig zerfallen sein. Gestalt und Theilung erinnern zuweilen viel mehr als beim Menschen an ihre primär bilateral symmetrische und blattartige Anlage und stellen sie als einen Rest einer anfänglich in grösserer Ausdehnung verbreiteten, wenn nicht allgemeinen bluterzeugenden Schicht dar, von welcher weitere deutliche Reste zu sein scheinen die Thymusdrüse, die bei Hunden wie bei Menschen in kolloider Entartung sich so unangenehm machende Schilddrüse und die anderen oben genannten Gefässdrüsen; undeutlichere die „perivaskulären Lymphräume" und das „perivaskuläre Zellengewebe". Wie aussergewöhnlich reich das Blut der Milzvene an weissen Blutkörperchen ist, haben wir oben erwähnt.

Neumann und nach ihm Andere meinen im Knochenmarke den Uebergang von den Markzellen Robin's, welche lymphkörperchenartig

und deren Kerne erst bei Essigsäureeinwirkung sichtbar seien, zu den gelbröthlichen gekernten Markzellen Kölliker's mit scharfen Contouren und nur noch wenig grösser als rothe Blutkörperchen und von diesen zu den rothen Blutkörperchen in kontinuirlichen Reihen, sowie die Persistenz kernhaltiger Blutkörperchen während des ganzen Lebens nachgewiesen zu haben. So ist das Knochenmark als Blutbildner der Milz und den Lymphdrüsen zur Seite gestellt worden und soll bereits in einer gewissen Zeit des embryonalen Lebens Hauptfundgrube der Uebergangsformen zwischen farbigen und farblosen Blutzellen sein. Die dünnwandigen Kapillaren des Knochenmarkes seien auch besonders weit, viel weiter als die eintretenden Arterienstämmchen, mit Divertikeln versehen, Sprossen und dergleichen, an welchen wahrscheinlich während des ganzen Lebens Gefässneubildung stattfinde. Ob die Lymphzellenbildung innerhalb der eigentlichen Gefässe geschehe, dürfte nach dem oben Gesagten wenig wesentlich sein, wie dann auch die Entscheidung darüber theilweise auf Schwierigkeiten stiess. Bei Fröschen sei das Blut der Markvenen auch noch sehr reich an unfertigen Blutkörperchen; bei Säugern geschehe die Umwandlung rascher, schon in den Gefässen des Marks. Dieser letzte Punkt, die rasche Reifung innerhalb des Blutstroms, erregt wohl am meisten Bedenken. Findet solche in der gedachten Weise statt, so hat die Zählung der weissen Blutkörperchen im zirkulirenden Blute für die Genese und das Schicksal der letzteren keine Bedeutung mehr. Neumann hat seine Beobachtungen gegen jede Vermischung mit einer Theorie von Heitzmann verwahrt, nach welcher diese Bildung im Knochenmarke nur ein Vorgang sei, gehörig in eine grössere Reihe der Entstehung von Blutkörperchen direkt aus nicht differenzirtem jüngsten Protoplasma, Theilchen hämatoblastischer Substanz, welche Substanz an den Verknöcherungsrändern im Knorpel aus der Embryonalzeit herrühren oder aus einem Entzündungsprozess wieder in diesen Jugendzustand zurückgebildet sein könne. Sofern sich Aehnliches auch für vaskularisirten Knorpel findet, könnte darin, dass Markgewebe den Wirbelthieren allein zukommt, die Begründung der Auszeichnung durch rothe Blutkörperchen gefunden werden.

Die Grösse der rothen Blutkörperchen ist im selben Thiere oder Thieren derselben Art nicht absolut gleich, auch scheint ihre Bestimmung für etwa 10 % innerhalb der persönlichen Fehler gelegen. Doch ergiebt der Vergleich, dass sonst verwandte Thiere auch hierin nahe bei einander stehen und dann im Durchschnitte die kleineren in jeder Gruppe kleinere Blutkörperchen haben. Zum Beispiel misst der Durchmesser in Millimetern bei:

Primaten:		Nagern:		Raubthieren:		Hufthieren:	
Mensch	0,0079,	Capybara	0,0080,	Grauer Bär	0,0071,	Elephant	0,0093,
Chimpanse	0,0075,	Meerschwein	0,0072,	Brauner Bär	0,0069,	Schwein	0,0060,
Eichhornäffchen	0,0068,	Hausmaus	0,0067,	Wickelbär	0,0056,	Bisamschwein	0,0051.

Man kann, wie es scheint, für Säugethiere hinzufügen, dass die wechselnd oder ganz im Wasser lebenden sich eher durch grössere, die nächtlichen eher durch kleinere, die in dünner, hoher oder auch ohne das in sehr trockener Luft lebenden, besonders unter den Wiederkäuern sich durch sehr kleine Blutkörperchen auszeichnen, so dass solche Thiere engere Kapillaren haben können. Zum Beispiel misst man bei:

Finnwal	0,0082,	Langohrfledermaus	0,0057,	Gnuantilope	0,005[illegible]
Seehund	0,0077,	Spitzmaus	0,0055,	Kaukasische Bergziege	0,005[illegible]
Fischotter	0,0072,	Mullwurf	0,0053,	Javanisches Moschusthierchen	0,0021

Die elliptischen Blutkörperchen der Llamas und Kamele gestatten ein nicht vermindertes Volum durch engere Kapillaren durchzuführen. Der Quotient aus der Division der kleinen in die grosse Axe, welcher der Ausdruck dieser Eigenschaft bildet, hier mit 1,8—1,9, ist bei vielen Vögeln und vielleicht besonders bei in ihrer Ordnung oder Familie relativ grossen Arten grösser, kommt zum Beispiel bei Geiern wohl schon auf 2,[illegible] bei einem Ara auf 2,3, beim grauen Würger auf 2,6. Die Grössendifferenz für die Blutkörperchen sind dagegen bei den Vögeln viel weniger bedeutend als bei den Säugern; der grosse Durchmesser ist immer grösser als irgendein der Durchmesser bei den Säugern und sehr gewöhnlich zwischen 0,011 und 0,014 und der kleine würde unter denen der Säuger eher eine bevorzugte Stelle einnehmen. Die Riesenvögel haben auch wieder die grössten Blutkörperchen. Im Uebrigen gestatten die geringen Differenzen kaum die Tragweite nach den Lebensbedingungen so wie bei den Säugern auseinander zu legen. Unter den wechselwarmen Wirbelthieren steigt die Grösse der elliptischen Blutkörperchen bei den Reptilen und noch vielmehr bei den Amphibien. Auch hier sind die grösseren in den Ordnungen und Familien für Gesammtgrösse der Körperchen und für den Unterschied der Axen wieder eher bevorzugt. Die Durchmesser werden bei den Perennibranchiaten und dem sich ihnen anschliessenden japanischen Riesensalamander am grössten, in dem grossen Durchmesser für letzteren mit 52 μ, für den Proteus der Adelsberger Grotte 56 μ und für den amerikanischen Sir[illegible] mit 63 μ, das ist das dreissigfache des Durchmessers des javanischen Moschusthierchen und mag mit Rücksicht auf die elliptische Form und die grössere Abplattung dem entsprechend das Volumen an zwanzigtausendmal so gross sein als bei dem genannten Säuger. Bei allen diesen Amphibien sind die einzelnen Körperchen mit blossem Auge zu unterscheiden. Die rothen Körperchen der Knochenfische schliessen sich in der Grösse nahe an die der Vögel und bleiben hinter denen der Reptile zurück. Sie sind eher etwas weniger elliptisch als die der Vögel; die der Haie stellen sich zwischen Reptile und Amphibien, die der Rochen zu denen der höheren Amphibien; die der Neunaugen sind wieder Kreisscheiben, gleich denen der Säuger, aber von um mehr als die Hälfte grösserem Durchmesser als selbst die des Elephanten.

Es wird bei den niederen Wirbelthieren nicht allein die Leistungsfähigkeit einer gleichen Menge rother Blutkörperchensubstanz durch die Vertheilung in grössere Stückchen verringert, sondern solche Thiere besitzen auch im Verhältniss eine geringe Menge solcher Substanz im Blute, welche nur bei denjenigen, welche wenig Wasser aufnehmen, gegenüber der Blutflüssigkeit ähnliche Proportionen aufweisen kann, wie bei Warmblütern, das aber dann um so mehr bei einer geringen Blutmenge in Relation zum Körpergewicht. Die Blutkörperchen der Embryonen sind erheblich grösser als die der Erwachsenen.

Bei grossen individuellen Verschiedenheiten kommen nach Welcker bei einem Manne auf ein Kubikmillimeter Blut etwa 100,000 Blutkörperchen. In den fünfzehn Kilogramm Blut, welche nach Schätzung ein kräftiger Mann besitzt, wären demnach unter Annahme eines spezifischen Gewichtes von 1,055 über 28 Billionen Blutkörperchen enthalten.

Es war schon Swammerdam bekannt, dass unter den Wirbellosen, welche allerdings damals noch nicht als solche unterschieden waren, die Regenwürmer, und Ray, dass auch die Blutegel rothes Blut haben. Es dehnt sich das aus auf andere Oligochäten. Cuvier verband mit solchen und den Egeln die maritimen Ringelwürmer zur Gruppe der Würmer mit rothem Blute und Oken behielt die Absonderung der Rothwürmer wegen der grösseren Vollendung des Gefässsystems bei, obwohl de Blainville bereits bewiesen hatte, dass vielen Anneliden das rothe Blut fehle. De Blainville fand das Blut des medizinischen Blutegels grauröthlich und Derheims erklärte es für reicher an rothem Farbstoff als das der Säugethiere. Doch fehlt auch manchen Egeln die rothe Blutfarbe gänzlich, nach Leuckart der Mehrheit, so dass nur die Kieferegel und diese nicht einmal ausnahmslos sich durch solche Färbung auszeichnen. Delle Chiaje, Milne Edwards, Dujardin, Quatrefages lehrten Anneliden kennen, deren Blut grün ist, so Sabellen und Chloronema Edwardsi, während Sabella saxicava dunkelrothes Blut hat. So haben auch verschiedene Strudelwürmer rothes Blut und unter den Schnecken die Posthornschnecken des süssen Wassers, Planorbis, auch darin wie die Regenwürmer Haemoglobin.

Die Färbung wird jedoch in den genannten Fällen, sie mag roth, oder grün, wie das auch in dünnen Lagen das Roth thut, oder gelblich, oder bläulich erscheinen, veranlasst durch die Blutflüssigkeit. Sie kann je nach dem Ernährungsstande mehr oder weniger deutlich, bei Arten derselben Gattung ungleich sein und vielleicht zuweilen direkter abgeleitet werden aus in den als Nahrung aufgenommenen Substanzen vorgebildeten Farbstoffen. Die Blutkrystalle, welche Leydig aus dem Blute von Nephelis aufschiessen sah, waren farblos. Man konnte, wenn nicht mehr die Thiere mit rothem Blute denen mit weissem, besser farblosem, Blute, doch noch die Thiere mit rothen Blutkörperchen denen ohne rothe Blutkörperchen ent-

gegensetzen und in der starken Vertretung des Hämoglobin das Mittel erkennen, dass diese trotz beträchtlicher Körpergrössen, welche die Oxydation erschweren, entweder immer oder bei hinlänglicher von Aussen zugeführter Wärme, am leistungsfähigsten seien für Arbeit, welche durch Oxydation bedingt wird. Aber auch das ist nicht vollständig durchzuführen. Nachdem R. Wagner bei Cephalopoden und Terebella gefärbte Blutkörperchen gefunden hatte, weiter Wharton Jones und Quatrefages bei verschiedenen Anneliden, sind solche durch van Beneden und Claparède in besonders ausgezeichneter Weise bei Capitella capitata in Myriaden, als denen des Menschen sehr ähnliche, rundliche Scheiben mit Napf, aber mit Kernen, schön roth, 10 μ im Durchmesser, nachgewiesen. Die von Glycera alba sollen nach Quatrefages denen des Frosches gleichen. Da sie dann entweder bei Gefässlosigkeit, Anangie, oder trotz vorhandener Blutgefässe in der Periviszeralhöhle flottiren, so sind solche nicht überall, namentlich nicht von Williams, als eigentliche Blutkörperchen anerkannt worden. Auch bei einem Tardigraden, Emydium testudo, wären in der Flüssigkeit der Leibeshöhle bewegte Körper nach Doyère gefärbt.

Die nicht rothen, sogenannten weissen Blutkörperchen, finden sich auch im Ganzen nicht so zahlreich im Blute der Wirbellosen. Nach Ehlers enthält das Blut der Anneliden, soweit es im Gefässsysteme zirkulirt, nur wenige und unbedeutende, oder auch gar keine Körperchen, bei im Wasser lebenden Dipterenlarven sind sie nach Wagner so sparsam, dass sie sich leicht der Beobachtung entziehen. Ausnahmsweise ist grade der Inhalt der Periviszeralhöhle bei Anneliden und Tardigraden sehr reich an geformten Elementen. Sie sind im selben Thiere viel weniger gleich gross als das bei den rothen der Wirbelthiere der Fall ist und erscheinen durch Gegenwart und Mangel von Kernen und granulirter Oberfläche leicht als verschieden gereift. Bei grösseren Krebsformen sind sie erheblich grösser als bei kleineren und bei den im Trockenen lebenden Arachniden wieder viel kleiner als bei den Krebsen. In der Periviszeralhöhle können freilich auch andere geformte Elemente umhergetrieben werden, welche ebenfalls und noch sicherer epithelialen Ursprungs sind als die Blutkörperchen. So namentlich Geschlechtsprodukte der Würmer. Wenn bei dem Räderthierchen Hydatina senta nach du Plessis an solchem Orte gekernte Körperchen durch Theilung spindelförmige kleinere bilden, welche sich haarartig strecken, dann durch die Wassergefässe zur kontraktilen Blase am Mastdarm geführt werden, ist es wohl kein Zweifel, dass es sich hier nicht um Blut, sondern um Samenelemente und zwar bei im Herbste mit getrennten Geschlechtern abwechselnden Hermaphroditen handelt, zu welcher Annahme sich auch du Plessis entschloss. Es ist jedoch recht bezeichnend, dass von Seiten des Bodens, auf welchem diese Körperchen entstehen, und der von ihnen eingenommenen Stelle die eine Deutung ebenso gut anginge als die andere.

Die farblosen Blutkörperchen der wirbellosen Thiere zeigen auch eine grössere Mannigfaltigkeit und Veränderlichkeit der Form als die der Wirbelthiere. Man findet unter ihnen solche mit schärferen Kontouren neben granulirten, zarte, lebhaft formveränderliche neben solideren mehr stabilen, zackige und spindelförmige neben mehr kugligen und elliptischen. Insofern sie eher reichlicher in Coelomspalten als in dem eigentlichen Gefässsystem erscheinen, dürften sie vielleicht weniger als Träger des Athemgeschäftes, für welches sie ja auch der besonderen Qualifikation durch Hämoglobin ermangeln, zu betrachten sein, und mehr als der Ernährung in anderer Weise dienend, in den Umsetzungen innerhalb der Blutflüssigkeit. Milne Edwards nennt das nur in der Periviszeralhöhle oder doch auch in ihr bewegte Blut: Fluide cavitaire oder Sang séreux.

Die flüssige Substanz des Blutes, Blutflüssigkeit, Plasma, Liquor, ist genauer nur bei Wirbelthieren untersucht. Wenn man das Blut als flüssiges Gewebe betrachtet, bildet jene die Interzellularsubstanz. Ihr spezifisches Gewicht ist geringer als das der Körperchen, so dass diese in ihr niedersinken und so, wenn man die Gerinnung des Plasma vermeidet, sich absetzen. Aus dem Liquor des rothen und des farblosen Blutes wie der Lymphe scheidet sich beim Absterben innerhalb oder ausserhalb der Adern unter der Form einer Gerinnung ein Stoff ab, welchen man wegen der öfter faserigen Anordnung den Faserstoff, das Fibrin, genannt hat. Im rothen Blute gesunder Wirbelthiere, mit Ausnahme von Beobachtungen bei Schildkröten, nimmt der Faserstoff im Gerinnen die rothen Blutkörperchen fast vollständig in sich auf. Es entsteht dadurch ein rother Blutkuchen, Cruor, welcher sich zusammenziehend den Rest der Blutflüssigkeit, das Serum, Blutwasser, auspresst. Dieser Kuchen löst sich bei Fischen und Amphibien bald wieder.

Seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts weiss man durch Ruysch, dass man den Faserstoff frei von Blutkörperchen, mit weisslichem Ansehen durch Schlagen aus rothem Blute erhalten und dadurch dem Blutreste, bestehend aus Serum und Körperchen, seine Gerinnfähigkeit nehmen kann.

Das Fibrin ist nach A. Schmidt als solches im Blute nicht enthalten, sondern entsteht erst durch Verbindung zweier im lebenden, kreisenden Blute getrennter, dem Globulin nahe stehender, aber durch Hitze und Alkohol nicht fällbarer und deshalb als Paraglobuline bezeichneter Eiweisskörper: der reichlicheren fibrinoplastischen, durch Kohlensäure rascher, und der sparsameren fibrinogenen, durch Kohlensäure langsamer ausfällbaren Substanz. Sauerstoff löst beide wieder. Beide Körper sind nur in sehr kleinen Mengen, zusammen trocken etwa als 0,2 % im Blute enthalten. Schmidt hat später die Ansicht geäussert, zur Fibrinbildung bedürfe es noch einer dritten Substanz, des Fibrinfermentes, welche erst in dem aus der Ader gelassenen Blute entstehe, besonders unter dem Einfluss des rothen Blutfarbstoffs. So ist dann auch, besonders durch Eichwald, die

ältere Ansicht eines einzigen Fibrinogens wieder mehr zur Geltung gekommen, welchem in Abnahme der Alkalescenz des gelassenen Blutes durch Kohlensäure der Luft, oder Mangel an Abfuhr der eigenen Kohlensäure, oder Bildung organischer Säuren aus Blutbestandtheilen das zu seiner Lösung nöthige Alkali entzogen werde. Die Gerinnung soll namentlich nach Eichwald auch bei vollständigem Ausschluss der fibrinoplastischen Substanz, seines Paraglobulins, stattfinden. Neben Fibrin hat das Plasma etwa 8—10 % an verschiedenen durch Hitze oder durch Säuren fällbaren Albuminaten, Lecithin, Zucker, Fette, Seifen, Cholesterin, Salze in Lösung und eine geringe Menge von Stoffen, welche als Verbrauchsprodukte, zur Abfuhr bestimmt, angesehen werden können, als Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Fettsäuren. Etwa 90 % des Plasma und 68—69 % der Blutkörperchen des Menschen sind Wasser. Das Blut kaltblütiger Wirbelthiere enthält mehr Wasser als das der Warmblüter. Das Serum ist bei Vögeln und Reptilen zuweilen deutlicher gelb.

Der Gasgehalt und die Verschiedenheit arteriellen und venösen Blutes besonders für denselben werden bei der Athmung berücksichtigt werden.

Chylus- oder Milchgefässe sind diejenigen Lymphgefässe, welche innerhalb der durch Ablösung des vegetativen Apparates abgesonderten Lymphgefässschicht den besonders der Aufnahme dienenden Theilen des Verdauungskanals angeschlossen sind. Sie waren es, welche durch ihren besonders reichen Inhalt das Studium der eigentlichen Lymphgefässe einleiteten.

Nachdem Eustachi um die Mitte des sechszehnten Jahrhunderts den Verlauf des Hauptlymphstammes, Ductus thoracicus oder chyliferus von der Lendengegend bis in die Brusthöhle und die Einmündung desselben in die linke Vena subclavia, und Aselli 1622 beim Hunde und dann bei verschiedenen Säugern nach starker Fütterung das reiche Netz kleinerer Chylusgefässe in den Mesenterien mit milchartigem Safte gefüllt gesehen hatte, wies Pecquet, wie es scheint, zuerst die Verbindung zwischen beiden Einrichtungen nach. Zusammenlegungen und Verflechtungen der Gefässe und Lymphdrüsen oder Ganglien kommen hier an dem Verlauf zwischen den Platten des Aufhängeapparates, des Mesenterium, besonders reichlich vor. Eine, besonders bei Raubthieren umfängliche, Zusammenlegung ist die von Aselli wahrgenommene und nach ihm benannte, das Ganglion oder Pancreas Aselli. Die Verbindungen zwischen den Chylusgefässen verschiedener Herkunft gestatten die für Erzeugung gleichartiger Lymphkörperchen und für Ebenmaass der dem Blute beizumischenden Flüssigkeiten dienliche Vermischung des Chylus aus verschieden gearteten Quellen früher und vollkommener als das durch den Hauptgang oder die Hauptgänge geschehen würde. Auch bei, was die Gefässbildung betrifft, sehr vollkommenen Lymphsystemen, bleibt die ursprüngliche Selbstständigkeit der Abschnitte noch zum Theil erhalten, indem nicht alle Lymph-

einschliesslich des Chylus, in einen einfachen und asymmetrisch links in das Venengebiet eintretenden Stamm mündet, vielmehr namentlich die vom Vorderkörper auf der rechten Seite abfliessenden Lymphströme auf dieser Seite sich direkt in das Venengebiet ergiessen und auch einzelne Abtheilungen des rechten und linken Stromes getrennt die Venen erreichen können. Es muss der Ablösung des vegetativen Apparates mit seinen besonders wichtigen Chylusgefässen vom animalen Apparate der wesentlichste Einfluss auf die Vereinfachung oder Zusammenlegung der Lymphwege zugeschrieben werden.

Die chemische Untersuchung ist zum Theil an aus solchen Hauptstämmen genommener Lymphe gemacht, welcher Chylus beigemischt ist, zum Theil an Lymphe, welche von Chylusbeimengung frei war. Jene erscheint im Allgemeinen reicher an festen Stoffen als diese und diese um so ärmer an solchen je näher der Peripherie sie entnommen ist. Art der Fütterung und der Tränkung ändert besonders den Gehalt an Fett und an Wasser. Der Faserstoff erreicht zuweilen den Prozentsatz des Blutes, aber das Eiweiss ist viel sparsamer, Zucker und Harnstoff finden sich in kleinen Mengen. Bei einer Kuh von 480 Kilogramm Gewicht sammelte Colin in vierundzwanzig Stunden 95 Liter Lymphe aus dem Ductus thoracicus. Da die Quellen der Lymphe zum Theil im Blute liegen, dessen Flüssigkeiten unter dem hohen Drucke durch Gewebe und Spalten zu den Lymphkapillaren übertreten, jene Flüssigkeitsmenge aber dem Blute unterdessen entzogen und dieses somit vermindert wurde, so ist in jenem Maasse die Menge der in das Blut unter gewöhnlichen Umständen überströmenden Lymphe durchaus nicht vollständig ausgedrückt.

Die Faserstoffgerinnung findet sich auch bei farblosem Blute wirbelloser Thiere, aber nicht allgemein und vergeht in der Regel rasch wieder.

Was das Einzelne betrifft, so haben wir auf das Wesen der kontraktilen Blasen der Infusorien und ihren Inhalt nicht wieder einzutreten (vergl. Band I, p. 93 u. a.). Die Abbildung von Paramecium aurelia (Band II, p. 11) giebt für die Gestalt einen sehr ausgezeichneten Fall in zwei dorsal liegenden Sternen, in welchen die Zusammenziehung vom Centrum gegen die Spitzen hin fortschreitet. In anderen Fällen folgen mehrere Bläschen in einer Reihe oder es erscheint ein Vakuolenraum mehr ringartig. Auch kann, nachdem eine kontraktile Blase sich an einer Stelle zusammengezogen hat, dieselbe hier ganz verschwinden, und an einer anderen Stelle eine solche neu erscheinen.

Von den Einrichtungen der Coelenteraten ist oben ausreichend geredet worden.

Das Gefässsystem der Echinodermen war für einen Theil des Wassergefässsystems, nämlich die Ampullen und deren Bedeutung für die Füsschen und verwandten Organe, schon vor anderthalb Jahrhunderten und mehr den Beschreibern bekannt, deren wichtigere wir oben (p. 46) auf-

geführt haben. Auch konnte bei den Seesternen schon damals auf der Rückenscheibe ein Organ wegen seiner auffälligen Gestalt und des Mangels an Einreihung in die antimerische Gliederung nicht verborgen bleiben, die Warze, Verruca, später wegen der Aehnlichkeit mit einem Stückchen der Oberfläche gewisser Korallen die Madreporenplatte genannt. Tiedemann unterschied 1816 in seiner gekrönten Preisschrift das Blutgefässsystem vom Wassergefässsystem und sah die Verbindung der Madreporenplatte mit dem Ringkanal des Wassergefässsystems durch seinen „Steinkanal". Durch die Untersuchungen von Ehrenberg, von Siebold, Sharpey, Agassiz wurde in diesem Steinkanal ein System von Kanälen, ein Labyrinth, gefunden, welches mit einem System von Poren der Madreporenplatte kommunizirend in letzterer die Zusammenfassung eines Bündels von mit der Aussenwelt, dem Seewasser, kommunizirenden Gefässen erkennen lässt. In seinen klassischen Abhandlungen über die Echinodermen von 1843—1855 hat danach Joh. Müller nicht allein eine grössere Verbreitung dieses Apparates in den verschiedenen Ordnungen der Echinodermen unter merkwürdigen Modifikationen der Gestalt, Einrichtung und Lage mit Erhaltung der physiologischen Funktion, als bis dahin bekannt gewesen war, sondern auch genauer als Andere gezeigt, in welcher Weise derselbe, gleich einem Nabel, die Stelle bezeichnet, an welcher der Echinodermenleib mit seinen embryonalen, vergänglichen Umhüllungen zusammengehangen hatte, welche wunderliche, in sich das definitive radiäre Echinoderm mit einem Radius nach dem anderen erzeugende symmetrische, pelagisch schwimmende Larven darstellten. Die Vorstellungen, welche Tiedemann und Müller vom Blutgefässsystem gegeben hatten, sind im wesentlichen neuerdings, so von Greeff und Hoffmann, auch für die Seesterne bestätigt, von Anderen bezweifelt worden. G. O. Sars, übrigens auch bezweifelnd, dass irgend ein Seestern einen After habe, leugnet, ausgehend von der Gattung Brisinga, welche er für die Grundform der Echinodermen und dem paläozoischen Protaster und Aehnlichen nahe verwandt hält, für alle Seesterne ein wahres von der Periviszeralhöhle getrenntes Gefässsystem. Der Uebergang von Coelombildungen und kanalförmigen Gefässen ist allerdings, wie es scheint, bei den Echinodermen sehr mannigfaltig; jedoch ist namentlich an frischen Holothurien das Blutgefässsystem leicht in geschlossen erscheinenden Bahnen zu injiziren.

Fig. 181.



Madreporenplatte von Asteropecten platyacanthus Müller und Troschel, von Spezia, mit umstehenden, vorn die Platte überwachsenden Papillen, etwa 10mal vergrössert.

Bei den Seesternen bildet es nach Hoffmann's eingehender Beschreibung für Asteracanthion unter der Mundhaut ein ventrales oder orales Fünfeck und einen dorsalen Ring. Jener giebt die Gefässe für die Ambulakralrinnen, dieser die für die Geschlechtsorgane; dort in einem Hauptstamm und, wenigstens für Asteriden mit zwei Paar Saugfüsschen in jeder Querreihe, zwei

Paar Nebenstämmen, also fünf Stämmen im Ganzen, nach Müller aber bei Astropecten nur mit drei Stämmen, entsprechend dem einfachen Saugfusspaar jedes Wirbels, für jede Antimere; hier in der symmetrischen Gliederung der Organe zweitheilig. Der dorsale oder anale Ring schliesst den After ein, aber die Madreporenplatte aus, mit welcher er übrigens durch ein schlauchförmig weites Gefäss in Verbindung steht, welches zum nächsten Winkel des oralen Fünfecks hinabsteigt. Dieser Schlauch, das Herz Tiedemann's, den Steinkanal umhüllend, steht durch die peripherischen Poren der Madreporenplatte mit der Aussenwelt ebenso in Verbindung, wie das Wassergefässsystem durch den Steinkanal selbst. Während der Mundring seine besondere Scheide hat und vom Nervenring bedeckt ist, soll nach Hoffmann für die ambulakralen Hauptstämme die Nervensubstanz selbst die Scheide bilden. Die die Nerven bekleidenden Wimperhaare und Epithelzellen weisen aber ohne Zweifel eine Coelomspalte nach. Die inneren, medialen, und äusseren, lateralen, Nebenstämme der Ambulakralrinne sind mit dem Hauptstamm und unter einander verbunden durch Aestchen, welche, zu je zweit die Basis eines Füsschen umlaufend, sich jenseits verbinden, so eine Schlinge herstellen, und dann einfach nach aussen gehen; die lateralen, ausserhalb der äusseren Saugfüsschen ziehend, auch noch unter einander an der Wurzel der Arme durch einen weiteren, oralen Ring. Von diesem ausgehende Gefässchen dringen in die Körperhöhle. Hoffmann glaubt, dass die apikalen Blutgefässe sich in der Drüsensubstanz der Geschlechtsdrüsen verzweigen, so dass die Geschlechtsprodukte vom Blut in den Follikeln umströmt und durch die Blutgefässe ausgeführt werden. Schlauchkanal und Blutgefässe sind gegen das Coelom mit einer Wimperhaut überzogen; nur im Schlauchkanal wurden innere Wimpern deutlich. In diesem, wie in den Blutgefässen finden sich runde, kernhaltige und kernlose Blutkörperchen von 3—10 μ, öfter und auch in Haufen solche, welche zackig und mit oft recht zahlreichen verzweigten Ausläufern besetzt sind. Im Steinkanal und im Inneren des Schlauchorgans oder Herzschlauchs sind fünfzig bis sechszig Kalkgeweberinge an einander gereiht und mit aussen und innen flimmernder Haut überzogen. Dieser Schlauch durchbohrt die Mundhaut und tritt in den oralen Wassergefässring ein, welcher aussen den Blutgefässring begleitet und mit den nach Poli benannten Blasen besetzt ist. Vom Wassergefässring gehen fünf radiale Ambulakralgefässe aus. Sie scheinen an der Spitze der Arme blind zu enden und stehen innen in Verbindung mit den Ampullen, aussen mit den Füsschen, Theilen, durch deren Muskelwandschichten der flüssige Inhalt hierhin und dorthin getrieben werden und zur Steifung der Füsschen dienen kann. Nach Müller wimpern diese durchaus, aber das Blutgefässsystem hat gar keine Wimpern, nur wellenförmige Kontraktionen. Wahrscheinlich seien bräunliche, drüsenartig aus Schläuchen zusammengesetzte Körper am Wassergefässringe, zwei

weitere ähnliche, je mit einem Ende in den Schlauchkanal ragende, und einer, welcher neben dem Steinkanale im Schlauchkanale liegt, Organe der Bluterzeugung. Wie die Verbindung zwischen Wassergefässsystem und vielleicht der Leibeshöhle genauer zu Stande komme, blieb Hoffmann unklar.

Nach den Untersuchungen von Greeff ebenfalls an Asteracanthion rubens und weiter an Solaster papposus und Astropecten, welcher vielleicht als Helgolandicus von dem rubens des Mittelmeers zu unterscheiden sei, ist der Zusammenhang der Leibeshöhle mit dem Wassergefässsystem und den Höhlungen der Sinnesorgane und des Nervensystems sehr wahrscheinlich. Die in der Leibeshöhle durch Wimpern sowohl der Innenwand wie des Ueberzugs der Organe bewegte Flüssigkeit ist reich an denselben Blut- oder Lymphkörperchen wie die der genannten Hohlräume, amöbenartig formveränderlichen, kleinen, hyalinen Zellen.

Das Blutgefässsystem der Holothurien ist nach Semper wahrscheinlich ganz vom Wassergefässsystem getrennt. Der Mundring wird durch ein Gefässgeflecht repräsentirt. Von ihm geht ein absteigendes Hauptdarmgefäss an die obere und ein aufsteigendes an die untere Mittellinie des Darmes. Jenes löst sich bei den Aspidochiroten in der ersten Darmschlinge in ein Wundernetz auf, welches sich mit dem linken Lungenaste innig verflicht, bei den Dendrochiroten höchstens in ein ausser Verbindung mit der Lunge stehendes Netz; das Bauchgefäss bleibt stets einfach. Ausser durch reiche Netze hat es eine direkte Verbindung mit dem Dorsalgefäss, die Zirkulation eventuell sichernd. Die von dem Lungenbaum zurückkehrenden Gefässe bezeichnete J. Müller als Kiemenvenen. Müller betrachtete den Schlauch der Asteriden und Echiniden als Herz, entstanden in einer Modifikation eines der zwei Gefässstämme der Holothurien.

Bei den Krinoiden sah Müller das Herz auf dem Grunde der Leibeshöhle. Auch Greeff ist geneigt, dieses Herz der Krinoiden anzuerkennen und hält das mit ihm verbundene Blutgefässsystem für abgeschlossen, für ausser direkter Verbindung mit der Leibeshöhle. Das Herz, im dorsalen Scheitel in einer Höhlung im Kalkskelet gelegen, ist nach Greeff durch feine mit Epithel bekleidete und mit spärlichen Muskelfasern durchsetzte Häute in fünf Kammern getheilt, welche radiär um die dorsoventrale Gefässaxe gestellt sind. Die letztere erscheint auf dem Durchschnitt siebartig. Aus dem Grunde des Herzens entspringen strahlig geordnet die Gefässe der apikalen Kalkcirren, weiter ventral die zehn Hauptgefässe, zunächst wahrscheinlich wieder durch einen Ring verbunden, fünf radial, fünf interradial, jene in die Centralkanäle der Radien und Nebenradien sich spleissend, von Fasersträngen begleitet, diese interbrachial und gegen den Rücken sich verzweigend. Ein gelapptes drüsiges Organ, vielleicht eine Blutdrüse, liegt dem Herzen ventralwärts an. Wenn der Antedon noch an seinem Stiele sitzt, geht der Dorsoventralstrang des Herzens in den

Centralkanal des Stiels über und er erreicht gegen den Kelch hin, ventralwärts, den neben dem Magen von dem dorsalen Coelomabschnitt ventral abgesplissenen Coelomring und erscheint auf diesem Wege erst als ein Zellstrang, dann als ziemlich weiter Kanal. Am Uebergange zum Stiel entsteht an dieser dorsoventralen Axe das Herz erst als einfache Erweiterung. Carpenter hielt das Herz für abgeschlossen, ohne Gefässverbindung. Das Blut würde nach Greeff hauptsächlich zur Bildung und Ernährung des Kalkskeletes dienen.

Fig. 182.

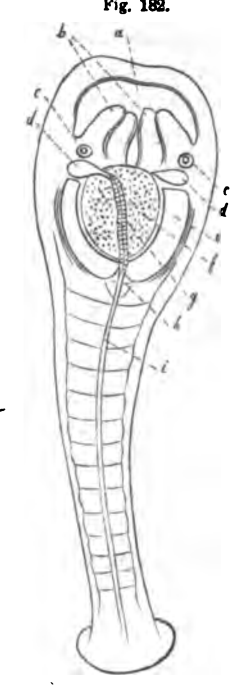


Diagramm der aufgewachsenen, pentakrinoiden, Larve von Comatula mediterranea Lamarck, etwa 100mal vergrössert, nach Greeff. a. Der noch geschlossene Raum zwischen den Tentakeln. b. Tentakel. c. c. Wassergefässsystem in Durchschnitten. d. d. Zirkulärer Blutsinus in Durchschnitten. e. Leibeshöhle. f. Magen. g. Kanal und Zellstrang vom Blutsinus zum Herzen. h. Herz. i. Zentralkanal des Stiels.

Im Vergleiche haben nach den Untersuchungen von J. Müller, während die Seeigel mit den Asteriden eine vollkommene Madreporenplatte in apikaler, antambulakraler Lage theilen und die Euryalen eine entsprechende Platte zu einem Mundwinkel hinabgezogen zeigen, Asterophyton und Asteronyx diese Platte auch deutlich porös. Bei den Ophiuren, Schlangensternen, dagegen hängt einem von den fünf Mundschildern, welches durch einen nicht porösen Umbo ausgezeichnet ist, ein Steinsack an, welcher, mit Kalkgittern in den Wänden und etwas grösser, sonst die polische Blase dieser Stelle vertritt, so dass deren nur vier erübrigen, oder richtiger auf der betreffenden Blase aufsitzt, so dass diese darunter verkümmert. Auch in diesem Sacke der Ophiuren liegt eine pulpöse Masse; die Gitterlöcher münden zwar nicht wie die Poren einer Madreporenplatte direkt nach Aussen, vielleicht jedoch indirekt durch die Genitalspalten, oder sie kommuniziren wie bei Holothurien mit der Leibeshöhle. Bei den Krinoiden ist ein Kanal von der Platte zum Ringgefäss von Müller nicht beobachtet. Bei den Holothurien hat ein dem der Ophiuren im Prinzip vergleichbarer, verschieden gestalteter, bei den Synapten baumartiger Steinsack, dessen Verbindung mit dem Zirkelkanal des Wassergefässsystems schon 1841 Krohn nachgewiesen hatte, nur in der Jugend einen äusseren, apikalen, Porus, später geht der peripherische Theil ein. Das Endstück des Sacks oder seiner Aeste ist siebförmig gleich einer Madreporenplatte, indem in die mittlere Lage der Wandung eingebettete Kalkgebilde von Röhrchen durchsetzt werden, deren Oeffnungen wimpern, oder es wird eine Kalkbüchse mit gewundenen Spalten, oder es werden mäandrische Endplatten gebildet. So wird überall das Wesent-

liche einer Madreporenplatte geleistet. Bei wahren Madreporenplatten kann es geschehen, dass sie selbstständig, isolirt, stehen, oder auch, dass sie mit einer anderen Platte verschmelzen, besonders bei Seeigeln mit einer der die Interambulakren apikal gegen den antambulakralen After abschliessenden Genitalplatten. Auch kann bei Asteriden, zum Beispiel Arten der Gattungen Ophidiaster und Echinaster, eine Vervielfältigung der Madreporenplatte gefunden werden, selbst bei nur fünf und gar bei nur vier Armen. Die zweite Platte liegt dann, gleich der ersten, in einem Armzwischenraum, von der anderen durch einen oder zwei Arme getrennt und beide haben eine gleich grosse Entfernung vom Scheibenmittelpunkt. Findet solches statt, so bedingen etwa individuell über die Fünfzahl hinaus vorhandene Arme wieder eine entsprechende individuelle Vermehrung der Madreporenplatten, um je eine für jeden weiteren Arm. Man kann demnach kaum zweifeln, dass eine einzige Madreporenplatte unter gewissen Umständen das zusammen vertritt, was unter anderen die einzelnen Arme gesondert besitzen, ähnlich wie bei Säugethierembryonen in der Regel eine Nabelvene den Dienst besorgt, der ursprünglich zwei symmetrischen zukommt, welche zwei auch wieder nur eine Beschränkung sind gegen viele Paare, von welchen je eins an jeder Metamere möglich wäre.

Der die Madreporenplatte mit dem Wassergefässsystem verbindende Steinkanal, welcher seinen Namen in Ermangelung dieser Verbindung passend mit dem eines Steinsackes vertauschte, verliert bei den Echiniden in der Regel den anderen Theil seines Wesens, indem er kein Labyrinth mehr bildet, überhaupt nur noch bei Cidaris verkalkte Wände hat, sonst kalklos und sehr fein ist.

Bei den Holothurien können die Steinkanäle und in ähnlicher Weise die polischen Blasen in verschiedenen Zahlen auftreten. Wo nur ein einziger Steinkanal auftritt, bezeichnet er nach Semper immer die Dorsalseite; er liegt dann dicht am dorsalen Mesenterium oder in demselben. Die Lage einer etwaigen einzelnen polischen Blase ist weniger konstant. Letztere Organe haben hier ausser einer Bedeutung für den ganzen Radialstamm eine besondere für die den Mund umstehenden Tentakel, welche wohl auch einigen Werth für die Athmung besitzen, und können bis über hundert zählen. Sie sind überall grosse Ampullen.

Der Wassergefässring kann vom Kalkring abrücken; vorn gehen von ihm die ambulakralen Gefässe und die zu den Tentakeln, hinten Steinkanal und polische Blasen. Zum Wassergefässsystem sind nach Semper ein Wassersinus zwischen Schlundwand und Kalkring und die damit durch Spalten kommunizirende Leibeshöhle zu rechnen.

Die Synapten haben in der Wand der Leibeshöhle und am Mesenterium den Segmentalorganen der Würmer ähnliche in einen Kanal führende Oeffnungen.

Die Uebereinstimmung zwischen diesen verschieden gearteten, verschieden liegenden, verschieden zahlreichen, dem Systeme der Madreporen-

platte und des Steinkanals zugetheilten Gebilden geht sehr schön aus der Entwickelungsgeschichte hervor. Korèn und Danielsen hatten bereits die Madreporenplatte aus einer Ablösung des Embryo von seiner Lagerstätte erklärt. Die Sache blieb jedoch Müller insofern noch unbefriedigend gelöst, als einmal Seesterne mehrere Madreporenplatten hätten, in anderen Fällen ein Larventheil sich überhaupt nicht abstosse. Auch fand er die Anlage der Madreporenplatte schon vor der Trennung und endlich, dass die Röhre, Athemröhre jener Autoren, an welcher jene Ablösung geschehen sollte, Mund und Schlund der Larve bilde, während die Anlage der Platte, Müller's „Rückenporus", mit einer besonderen Röhre und durch diese mit einem besonderen Blindsacke in Verbindung stehe. Von diesem aus bilde sich, bei der Seesternlarve Bipinnaria an der rechten Seite des Magens, ein Schlauch mit Wimperbewegung als erste Anlage des Wassergefässsystems, später umwachsen von der sich klappenartig um den Magen der Larve legenden Uranlage der Körperwände des künftigen Seesterns. Porus und Röhre finden sich schon bei Larven von nicht 0,5 mm. Länge. Dass der Porus wirklich eine Oeffnung sei, wurde später auch für solche Larven klar, bei denen es Anfangs nicht so schien und die Homologieen wurden durch die verschiedenen Gruppen durchgeführt.

Das junge Wassergefässsystem kann dann den Mundring durch Umwachsung des Speiserohrs herstellen oder schon für sich die Form einer Rosette gewinnen, welche von dem, sich also in diesem Falle relativ spät bildenden, Oesophagus durchbohrt werden muss.

Nach dem Gesagten würde die Annahme einer Entstehung des Gefässsystems durch Einstülpung von Aussen nicht übel sein. Eine solche würde dann der von anderer Stelle her geschehenden Entwickelung des Verdauungsapparates und des umgebenden Perisoms entgegen wachsen, sich mit ihr kombiniren und vorzüglich zur Entwickelung von Tentakeln, Ambulakralfüsschen, Ampullen und so weiter beitragen. Nach A. Agassiz und Mecznikoff würde jedoch das Säckchen vom Ende der noch nicht mit dem definitiven Munde aufgebrochenen Darmhöhle entstehen. Die hierbei auch in Betracht genommenen, als Tornarien bezeichneten Larvenformen scheinen aber nach Mecznikoff viel eher zu dem seltsamen Wurme Balanoglossus als zu den Echinodermen zu gehören. Wir werden weiter unten von diesem Wurme reden. Nach Hensen geht überhaupt von der Zellschicht der Darmanlage eine starke Zellwucherung aus und liefert die Zellen anderer Organe durch Hineinwachsen in die gallertige Hülle.

Immerhin erkennt man schon jetzt wenigstens die Möglichkeit, die Ausbildung einer den eigentlichen embryonalen Leib umhüllenden, ihm eine Zeit lang dienenden, theilweise, wie das bei den Hüllen frei in das Wasser gesetzter Larven gewöhnlich ist, wimpernden, nachher verkümmernden und abgestreiften Larvenhaut in Vergleich zu ziehen mit der Bildung des

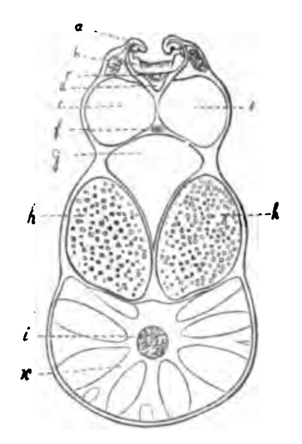
Amnion der Wirbelthiere, wenngleich die Frage einer wirklichen morphologischen Homologie noch nicht zur Beantwortung reif scheint.

Joh. Müller hat die Uebereinstimmung der allgemeinen Anordnung der ambulakralen Theile des Wassergefässsystems unter den besonderen Einzelfällen verschiedenartiger Zusammensetzung des ambulakralen Plattenskelets in folgender Weise dargestellt. Die in der Mittelnaht mit ihren Partnern quer eingelenkten und durch Muskeln ebensowohl von den zwei Seiten her als in der Längsrichtung des Armes gegen einander verstellbaren Ambulakralplatten der Asterien werden durchbohrt von einfachen Oeffnungen, durch welche hindurch die ausserhalb stehenden Füsschen mit den innerhalb liegenden Ampullen in Gefässverbindung sind, aber das radiäre Gefäss liegt frei aussen auf den Platten und seine Aeste zu den Füssen sind nur bedeckt von den Muskeln und der Haut. So muss man die Skelettheile, welche in der Ambulakralnaht zusammentreten, verschieden halten von den entsprechenden der gemeinen Seeigel, da solche bei letzteren das radiäre Gefäss bedecken. Jene bilden eine mehr innere, diese eine mehr äussere Plattenreihe. Wirklich findet sich bei der Seeigelgattung Cidaris ausser den vollendeten äusseren Platten die Vertretung innerer in Fortsätzen längs der medialen Seite der Porenreihen, welche sich zu Kolonnaden über die Aestchen weg ausbilden können und bei Echinanthus selbst als quere Brücken über dem Hauptgefäss zusammentreten. Auch bei den Clypeastriden bilden sich Kalkspitzen zwischen den Gefässen und bauen Wälle auf, welche subambulakrale Kammern scheiden. Bei den Ophiuriden bleibt zwar die Rinne für den Nerv und das Gefäss aussen von den, in der Mittelnaht unbeweglich verschmolzenen, nur in der Längsrichtung durch um so stärkere Muskeln beweglichen Hauptplatten, aber sie wird von einfachen in der Mittellinie sich folgenden Deckstücken, Schlusssteinen, zwischen den Verlängerungen der interambulakralen Platten überbrückt. Die Gefässäste durchbohren die Hauptplatten, Wirbel, eigentlich von Aussen nach Innen oder von der Medialen zur Lateralen, gehen dann durch eine kleine Aushöhlung des aboralen Randes wieder aus. Ampullen sind nicht vorhanden. Auch bei den Krinoiden liege das Ambulakralgefäss auf der äusseren Fläche einer subambulakralen Reihe unpaarer, dreiseitiger, mit den Basen alternirend gelagerter Täfelchen der Arme. Zwischen diesen und den Saumplättchen, welche sich auch über jene legen können, sollten Poren die Verbindungshaut durchsetzen und vielleicht die tentakelartigen, kontraktilen, lebhaft bewegten, feine Fasern darstellenden Tastfüsschen mit Ampullen im Inneren verbinden. So leitend die Darstellung Müller's im Ganzen gewesen ist, so haben wir doch durch neuere namentlich auf Durchschnitten beruhende Untersuchungen, besonders für Comatula genauere Kenntnisse der Einzelnheiten erhalten. Doch sind auch hier die Ansichten nicht vollständig gleich.

Nach Carpenter und Greeff hat Ludwig neuerdings diese Verhältnisse eingehend geprüft. Nach ihm trifft man bei dem Krinoiden Antedon Eschrichtii gleich unter dem Epithel der Tentakelrinne einen Kanal, entsprechend dem Greeff'schen Nervengefäss der Asteriden. Zwischen das Epithel und die den Kanal begleitenden Nervenfasern hat sich bei Antedon jedoch im Vergleich mit den Asteriden bereits eine feine bindegewebige Lamelle eingeschoben; diese entwickelt sich stärker und verkalkt unvollständig, lückenhaft bei den Holothurien, vollständig bei Ophiuriden und Echiniden. Es folgen in letzterem Falle unter dem Epithel des Radius nach einander das Kalkstück, ein Hohlraum, der Nerv, wieder ein Hohlraum, endlich das Wassergefäss. Greeff hatte den Hohlraum nach Aussen vom Nerv ohne Weiteres der Armrinne der Asteriden gleich gestellt, so dass diese bei den Echinodermen mit Ausnahme der Asterien und Krinoideen von den Rändern her überdeckt sei. Dann müsste dieser Kanal, wendet Ludwig ein, von einem Epithel ausgekleidet sein. Weiter in der Tiefe liegt bei Antedon das mit Muskelfasern umgebene Wassergefäss. Queräste ziehen zu jeder Gruppe von je drei Tentakeln und ihre Zweige versorgen die einzelnen. An ihrer Wurzel sind sie, wie schon Perrier beobachtete, von muskulösen mit Epithel überzogenen Fäden durchsetzt und das ersetzt die Ampullen, welche nach Leydig bei Seeigeln ähnliche durchsetzende Fasern haben. Noch weiter nach innen liege die Leibeshöhle und diese habe Müller für den Tentakelkanal gehalten. In der dorsalen Wand des subtentakularen Hohlraums liege der Genitalstrang Semper's; in ihm stecke die eigentliche Genitalröhre in einem zweiten Schlauche, dem Blutraum um die Genitalorgane der Asteriden nach Greeff und den Verhältnissen der Holothurien nach Semper ähnlich. Unter dem diese Theile enthaltenden Hohlraum liege eine letzte Höhle, Fortsetzung der Leibeshöhle, Canalis coeliacus Carpenter, dann die Reihe der Kalkglieder der Arme, mit ihrem axonen Verbindungsstrang. Die am oralen, von Thompson, Carpenter, Perrier schon beschriebenen Ringkanal hängenden Kanäle seien gegen die Leibeshöhle offen, Homologa der Steinkanäle. Die Madreporenplatte sei ersetzt durch Oeffnungen auf don interambulakralen Scheibenfeldern und von da direkt in die Leibeshöhle führenden Gefässen, welche schon Müller, Grimm, Perrier kannten. An der Wand des Eingeweidesacks träten reich verästelte Gefässe vom aboralen Gefässringe aus. Greeff's Meinung wird am besten durch Wiedergabe seines Diagramms erläutert (Fig. 183 folg. Seite). Die drei radial durch den Arm laufenden Räume sind Leibeshöhle; die beiden symmetrischen äusseren Abschnitte sind bei anderen Krinoiden, Actinometra trachygaster, Pentacrinus caput medusae, nicht geschieden; die Höhlen setzen sich von den Armen in die aufsitzenden Pinnulae fort, wo dann auch bei Comatula die äusseren, ventralen Räume verschmolzen sind. Im Kelche stehen sie mit einem lakunären komplizirten

System von Kanälen und Netzen zwischen den Eingeweiden und um dieselben in Verbindung. Sie sind geschieden durch die Befestigungsbänder des von Müller für den Armnerven gehaltenen Genitalstrangs von Semper und Carpenter, dessen Umhüllungsschlauch mit der Leibeshöhle der Pinnulae durch quere in den gezeichneten Seitensträngen sich abzweigende Aeste deutlich kommunizirt, während die Mündung der Genitalschläuche selbst gegen die Höhle der Pinnulae wahrscheinlich sehr enge ist. Auf diese Weise wird die anfänglich verwunderliche Einrichtung, dass die Comatulen ihre Geschlechtsprodukte unter der Haut der einzelnen sehr zahlreichen Pinnulae haben, verständlicher.

Fig. 183.



Querschnitt durch einen Arm eines Haarsterns, Comatula mediterranea Lamarck (Antedon rosaceus, Alecto europaea Leach und F. S. Leuckart), etwa 100mal vergrössert; nach Greeff.
a. Tentakel. b. Radialer Hauptnervenstamm in der Tentakelrinne. c. Radiales Blutgefäss (Nervengefäss). d. Radiales Wassergefäss. e. e. Ventrale paarige Abtheilungen der Periviszeralhöhle des Armes. f. Genitalschlauch. g. Dorsale einfache Abtheilung der Periviszeralhöhle des Armes. h. Hauptmuskeln. i. Axenfaserstrang des Kalkskelets. k. Kalkskelet.

Es ist hier nicht die Stelle auf die gestaltlichen Besonderheiten und die Verschiedenheiten der Leistungen der vom Wassergefässsystem irrigirten Anhänge verschiedener Gruppen, oder deren Gegensetzung in ambulakraler, interambulakraler, antambulakraler Stellung näher einzugehen, aber zum Verständniss der Bedeutung des Systems selbst und des Verhaltens ist es wichtig zu wissen, dass, während sich bei Spatangen einige Hunderte, bei irregulären Seeigeln etwa zweitausend, sich bei Clypeastern bis zu Myriaden von Ambulakralwerkzeugen finden, indem bei ihnen ausser den in blumenähnlich zusammengestellten dorsalen Abschnitten der Ambulakren angebrachten Poren für kiemenartige Füsse sich noch grosse Mengen in besonderen, in mehreren Richtungen laufenden Porenstrassen und Porenfeldern der Interambulakren finden, wo sie dann sehr kleine lokomotorische Füsse tragen. Diesem entsprechend muss der Verlauf der Gefässe ein komplizirterer sein.

Bei den Seeigeln charakterisirt in der Regel eine paarige Stellung der Poren in der einzelnen Platte solche deutlich als Wege zum Durchtritt einer Gefässschlinge. Die Porenplatten erreichen übrigens bei Seeigeln nicht alle die Ambulakralnaht, sondern es kombiniren sich drei bis zehn ungleich grosse Paare zu einem quer vernahteten Hauptambulakralplattenpaar. Dabei bildet die Reihe der Poren eine gezackte Linie. Die Poren einer Platte rücken im Wachsthum weiter aus einander durch successive Ver-

schiebung unter Benutzung der Divergenz der Porenkanälchen von Innen nach Aussen. Bei den Spatangen vereinigen sich die Poren eines Paares oft zu einer Spalte mit rundlich erweiterten Enden. Auch können Poren in die Nähte fallen. Die Vermehrung der Poren geschieht in Plattenneubildung und bei Clypeastriden und Verwandten durch Zuwachs in den sich ausdehnenden älteren Platten.

Fig. 184.

Rotula octodactyla Klein, von der Küste von Guinea; natürliche Grösse.

A. Von der Mundseite mit den Randeinschnitten und diesen gleichwerthigen lochförmigen Schalendurchsetzungen der beiden vorderen Interradien.

a. Mundöffnung der Schale, fünfeckig, Spitze nach hinten; von ihr aus fünf ambulakrale ventrale Porenstrassen, jede zweimal verästelt, unter ihnen die ambulakralen Platten mit Zickzacknaht. b. Afteröffnung der Schale. c. Die Schalendurchsetzungen.

B. Von der Apikalfläche.

a. Die Madreporenplatte, fünfeckig, die Spitze nach vorn, an vier Seiten, interambulakral, punktförmige Genitalöffnungen, die fünfte ist mit der Verlagerung des Afters oder in Verschmelzung mit der Madreporenplatte unterdrückt. b. Die petaloiden dorsalen Doppelporenreihen. Die äusseren Poren werden gegen die Peripherie mehr strichförmig und die Reihen, bis dahin lanzettförmig geordnet, divergiren daselbst. Platten und Körnchen der Schale sind wenig auffällig.

Die Ablösung des Steinsackes von der Verbindung mit dem Rückenporus bei den Holothurien steht wohl in Verbindung mit der starken Längsaxenentwickelung. Es fällt durch den Mangel der siebartigen Verbindung mit der Aussenwelt die direkte Einfuhr von Wasser in das Wassergefässsystem und das Blut fort, aber es findet ein Austausch nach Qualität und Quantität mit der Coelomflüssigkeit statt.

Was die Würmer betrifft, so findet sich bei den platten Formen der Helminthen, den Cestoden und Trematoden ein System von Kanälen, welche nach Aussen münden und nach Vorgang von von Siebold als ein Wassergefässsystem bezeichnet worden sind. Es ist theils nachgewiesen, theils wahrscheinlich gemacht, dass dieses System Harnbestandtheile ausscheidet und ausführt, dass ferner nicht neben einem nach Aussen mündenden Apparat ein weiterer in sich abgeschlossener als Blutgefässsystem der Trematoden unterschieden werden könne, vielmehr das diesem anfänglich von von Siebold zugetheilte feine Netz als peripherischer Theil zu jenem Hauptsysteme gehöre, auch dass Gebilde mit der Bedeutung organisirter Theile, Blutkörperchen, sich in der Flüssigkeit nicht finden, sondern an geformten Theilen nur Ausscheidungsprodukte. So ist von einem Blute und einem Blutgefässsysteme bei diesen „parenchymatösen“ also des Coeloms, und für die eine Ordnung auch des Darmes entbehrenden Würmern nicht die Rede. Leuckart hat mit Recht hervorgehoben, dass die eigenthümliche Bildung des exkretorischen Apparates ein Moment sei, welches den

Mangel einer besonderen Blutflüssigkeit erlaube. Derselbe sagt: „Durch die anatomische Bildung des namentlich bei den grösseren Trematoden verästelten Darmes und die grosse Verbreitung des exkretorischen Apparates neben der abgeplatteten Gestalt des Leibes werden die nutritiven, exkretorischen und respiratorischen Flächen einander in solchem Grade genähert und mit der Muskelmasse in eine so allseitige Berührung gebracht, dass es keines Blutes bedarf, um die gegenseitigen Beziehungen dieser Gebilde in genügender Intensität zu unterhalten.“ Freilich hat sich eine ähnliche auf den Bau der Tracheen begründete Meinung Cuvier's in Betreff der Kreislaufsorgane der Insekten seiner Zeit nicht genau richtig erwiesen. Unter Umständen mag jener Apparat, dessen Besprechung zu den Harnorganen gehört, wirklich den Namen eines Wassergefässsystems verdienen, indem er in einer der gewöhnlichen Flüssigkeitsbewegung in ihm entgegengesetzten Richtung Wasser einpumpt, welches dann ausspülen und irrigiren kann. Diese Bedeutung ist vielleicht ungleich, je nach der Lage der kontraktilen Erweiterungen, mit welchen das System bei endoparasitischen Trematoden am Hinterende zu münden pflegt, während sie zum Beispiel bei der ektoparasitischen Pseudocotyle Squatinae v. Beneden symmetrisch vorne in den Seiten liegen. Sie scheint jedoch im Allgemeinen mindestens eine sehr geringe und irgend etwas Anderes, als höchstens Wasser mit den darin enthaltenen Gasen, wird wohl durch diese Kanäle, wie nicht von Aussen so auch nicht von einem Körpertheile zum anderen im Sinne einer Ernährung zugeführt werden.

Die Kratzer, Akanthocephalen oder Echinorhynchen, stehen durch die Abwesenheit der Verdauungshöhlen ähnlich zu den Nematoden wie die Cestoden zu den Trematoden. Es wurde schon oben (p. 9) erwähnt, dass ein reiches Hautgefässnetz bei ihnen die Ernährung auf dem Wege der Durchtränkung vermittelt, im Verhältniss eines Lymphgefässsystems zum Darme, aber hier zu dem das Thier umgebenden Darme des es beherbergenden Wirthes. Nach Leuckart hat dieses System meist zwei weite Längsstämme in den Medianlinien des Thieres. Diese bilden durch zahlreiche Aeste ein reiches Maschennetz über den ganzen Körper, beim Männchen sogar über die Penisglocke und einen besonderen Theil an den Lemnisken. Zuweilen finden sich drei Stämme; bei Echinorhynchus trichocephalus Leuckart ist nur einer vorhanden. Die Flüssigkeit in diesen Gefässen enthält feinere und gröbere Körner, welche auch lebhaft roth oder gelb sein können. Das Gefässnetz soll der eigenen Wände entbehren, aus Lückenräumen bestehen. Besonders zierlich ist das Maschenwerk des Rüssels. Das Gefässsystem ist abgeschlossen, aber die von einer äusserst feinen äusseren Lage überzogene innere Cuticula der Haut ist mit feinen Porenkanälchen senkrecht durchsetzt.

Bei den Nematoden ist von Bojanus und Clocquet an ebenfalls ein Gefässsystem und zuerst von v. Siebold dessen Ausmündung mit

einem gemeinsamen Kanale und Porus in der Bauchlinie, gewöhnlich nahe dem Vorderende, gesehen worden. Schneider hat vorzüglich die grosse und, wie es scheint, für alle seine nach dem Zusammentreten der Formelemente der Muskeln abgesonderten Polymyarier und Meromyarier und für einen Theil der Holomyarier geltende Verbreitung nachgewiesen. Auch diesem in der Regel nur mit heller Flüssigkeit gefüllten Apparat darf wohl nur eine exkretorische Bedeutung zugeschrieben werden.

Es hat ferner bereits die Aufmerksamkeit der älteren Helminthologen auf sich gezogen, dass, wie Dujardin es schildert, bei seiner Ascaridia truncata Zed. des Surinampapagei, Chrysotis farinosa Bodd. oder Psittacus pulverulentus Gmelin, und anderer Papageienarten und ebenso bei Ascaridia maculosa Rudolphi der Taube in der Leibeshöhle beider Geschlechter blasige Körper flottiren. Dujardin hielt sie für den Acephalocysten der Säuger analoge, parasitische Bildungen. Meissner sah sie bei Mermis, Eberth bildete sie auch von Heterakis vesicularis Froelich der Hühner ab. Willemoes Suhm fand sie ebenfalls sehr gross bei Ascaris depressa Zeder der verschiedenartigsten Tagraubvögel, aber klein bei dem Madenwurme des Menschen, Oxyuris vermicularis Bremser, und dem der Geckonen, Oxyuris brevicaudata Dujardin.

Willemoes glaubte, dieselben vielleicht, wie Gegenbaur es mit den in der Leibeshöhle der Scoleinen, d. i. Lumbricinen, auftretenden wollte, am besten als ein dem Fettkörper der Arthropoden analoges Gebilde auffassen zu dürfen.

Leuckart dagegen hält es für unbestreitbar, dass bei den Nematoden ein frei in der Leibeshöhle enthaltenes Blut durch die Kontraktionen des Hautschlauches mit der Oberfläche der Eingeweide in wechselnde Berührung trete, dass wenigstens bei den Oxyuren dessen Gegenwart durch jene Körperchen als Blutkörperchen bewiesen sei, und meint, dass vielleicht jene grösseren Ballen auch den genuinen Blutbestandtheilen anzureihen seien. Diese Körperchen seien sparsam, mitunter, bei Oxyuris ambigua Rudolphi, Gattung Passalurus, des Kaninchens und Hasen, in eine feine Spitze ausgezogen. Das Blut der Spulwürmer sei gewöhnlich durchaus körnerlos und hell. Es besitze ein ziemlich starkes Brechungsvermögen und lasse auf Zusatz von Spiritus ein Gerinnsel ausfallen, welches auf einen ziemlich ansehnlichen Eiweissgehalt deute. Diesen wies Marcet bei Ascaris megalocephala Gurlt vom Pferde direkt nach und verglich dieses Blut der Spulwürmer der Fleischbrühe. Verbindungen von Schwefel, Chlor und Kalk wurden gänzlich vermisst, während Phosphorsäure in mehreren Salzen vertreten war.

Für die niederen Strudelwürmer, rhabdozoele und dendrozoele Turbellarien, hat die Kenntniss des Gefässsystems, seit etwa fünfzig Jahren, vorzüglich mit Dugès, beginnend, manche Schwierigkeiten zu überwinden gehabt und ist auch heute nicht erheblich weiter als in den aus der Mitte

dieser Zeit datirenden Arbeiten von Max Schultze und Rudolf Leuckart. Von Schultze sind zuerst in den Kanälen thätige Wimpern, vielleicht nach dem Prinzip undulirender Membranen, aber von anderen Seiten auch Kontraktionen der Schläuche wahrgenommen. Das System scheint ein einheitliches zu sein und das von Blanchard bei Procerος velutinus gesehene Blutgefässsystem sammt Herzen auf Zerreissungen zu beruhen, welche diesen Forscher auch an anderen Stellen bei überfeinen Injektionen zu irrigen Meinungen über Gefässverbreitungen verleitet haben. Die Gegenwart des Systems überhaupt hat nicht in allen Fällen erkannt werden können und in vielen Einzelbeschreibungen ist von ihm gar nicht die Rede. Doch spricht nach Oscar Schmidt die Wahrnehmung bei dem winzigen marinen Dinophilus für eine allgemeine Verbreitung. Schultze sah bei Planarien die Oeffnung des Apparates in der Nähe des hinteren Körperendes und gelang das zwar Anfangs Oscar Schmidt bei Seeplanarien nicht, aber doch später bei Cercyra hastata. Auch fand derselbe unsymmetrische Anordnung der beiden lateralen Hauptstämme und getrennte Ausmündung bei Prostomum lineare Oerst. und Derostomum unipunctatum Oerst. und bezeichnete die Oeffnung sammt dem nächsten einfachen Schlauch, in welchen die stark verzweigten Seitenstämme münden, als becherförmiges Eingangsstück. Claparède sah bei Enterostomum Fingalianum zwei starke Seitenstämme hinter dem Penis sich zu einer grossen, mit Wimpern ausgekleideten Blase verbinden; Mecznikoff fand bei Prostomeen die Kanäle sehr fein und suchte den Ausgang vergeblich. Keferstein fand sie bei Seeplanarien überhaupt nicht. Schneider sah bei Mesostomum Ehrenbergii die feinsten Ausläufer des Wassergefässsystems mit becherförmigen, je eine lange Wimper enthaltenden, Anhängen besetzt, ohne die Vermuthung, es möchten hier offene Ausmündungen wie nach Leydig bei Clepsinen und nach Thiry bei gewissen Trematodenammen stehen, bestätigt zu finden. Bei Stenostomum leucops O. Schmidt hat der Entdecker einen von hinten nach vorn am Rücken verlaufenden durch den Nervenring tretenden, nach Graff hier mit einer Schlinge zum Bauche umbiegenden, dann wieder zurücklaufenden Kanal für ein Gefäss angesehen und Graff hat ihm beigestimmt; Schneider dagegen, welcher diese Form ohnehin zu den Nemertinen stellt, diesen Kanal, weil unpaar, unverästelt, wimperlos und wegen seiner Lage, für einen Rüssel erklärt und es hat die letztere Meinung wohl mehr für sich.

Es kann hiernach gewiss kein Zweifel sein, dass der ganze Gefässapparat der niederen Turbellarien zusammenzustellen ist mit dem der wimperlosen, parasitischen Plattwürmer, Cestoden und Trematoden. In dem Streit, ob es mehr sich um ein athmendes Wassergefässsystem oder mehr um ein urinatorisches Auswurfsorgan handele, stehen Leuckart und van Beneden mehr auf dieser Seite, Schultze am bestimmtesten auf jener

Er bezieht sich namentlich auf die Wimperläppchen bei Starrheit der Wandungen gegenüber den kontraktilen Schläuchen der Trematoden und möchte in diesem Sinne die Turbellarien mehr den Cestoden als den Trematoden anschliessen. Bei letzteren treibe dann die rhythmische Kontraktion der Endblase Flüssigkeit sogar mit Nahrungsstoffen nach vorn in den Körper, das fehle den Turbellarien. Diese Unterscheidung ist ganz unhaltbar, nachdem ich die Wimperthätigkeit in den Gefässen der Trematoden beobachtet habe und das gleiche Wesen der Exkrete bei Trematoden und Cestoden, zuerst durch Wagner, Leuckart und mich nachgewiesen ist. Die Gefässe der niederen Turbellarien stehen demnach am nächsten bei den Harnorganen.

Die höheren Turbellarien, Nemertinen oder Rhynchozoelen bieten auch jetzt, nachdem die Zeit, in welcher ihr Nervensystem mit dem Gefässsystem von delle Chiaje, Dugès, Oersted und anderen zusammengeworfen und das Gehirn für ein Herz angesehen wurde, vorüber ist, dem Verständniss der Gefässe Schwierigkeiten. Dieses namentlich in der Frage, ob ausser einem nunmehr verbürgten und von Keferstein besonders gut berücksichtigten wahren Blutgefässsystem ein Wassergefässsystem vorhanden, ob dieses mit den paarigen Wimperspalten nahe dem Vorderende durch Oeffnungen verbunden sei und ob es einen respiratorischen Charakter habe. Max Schultze hat behauptet, es stehe bei den unbewaffneten, meist grösseren Anopla, wie Borlasia und Nemertes, das Wassergefässsystem mit den hier mit grossen flachen Längsfurchen versehenen Wimpergrübchen des Vorderendes in Verbindung; eine solche Verbindung bestehe nicht für die der Längsfurchen entbehrenden Wimpergrübchen der Enopla, vielmehr habe er beispielsweise bei Tetrastemma die beiden Mündungen des Wassergefässsystems in der Mitte des Körpers aufgefunden. Die Abbildung zeigt diese Mündungen becherartig und die Erklärung fügt hinzu, dass das durch den ganzen Körper verzweigte Wassergefässsystem an vielen Stellen innen wimpere. In der Entwickelungsgeschichte des Nemertes aus der Pilidium-larve Müllers, welche Leuckart und ich gegeben haben, erschienen die Wimperrinnen als Wülste mit einer lichten flimmernden Grube entweder dicht am Mundtrichter oder in denselben mündend; sie rückten neben den Mund und der Hohlraum wurde kanalartig, aber obwohl wir glaubten, dass dies der Anfang des Schultze'schen Wassergefässsystems sei, sahen wir doch keine weitere Entwickelung eines solchen von dieser Stelle aus. Durch Bütschli, welcher Einiges hierbei anders aufgefasst, aber unsere Meinung nicht genau wieder gegeben hat, ist in dieser Richtung nichts Weiteres beigebracht. Es scheint sicher, dass zuweilen von Wimperrinnen aus ein wimpernder Kanal tief eindringt, jedoch auch dann mehr ein dem Gehirne sich näherndes Feld für Ausbreitung eines Sinnesnerven,

etwa einen blinden Riechkanal, als einen Theil eines exkretorischen oder respiratorischen Wassergefässsystemes darstellt.

Das Blutgefässsystem der Nemertinen besteht nach Keferstein im Allgemeinen aus zwei stark geschlängelten Seitenstämmen, in welchen das Blut von vorn nach hinten, und aus einem graden Rückengefäss zwischen Rüssel und Darm, in welchem es von hinten nach vorn fliesst. Die Seitengefässe stehen unter einander mit einer Kopfschlinge und mit dem Rückengefässe durch Kommissuren am Hinterende und hinter dem Gehirne in Verbindung. Engere Querbrücken entsprechen vielleicht der unvollkommenen Leibesgliederung. Das Blut ist meist farblos, zuweilen nach Quatrefages röthlich. Bei Borlasia splendida fand Keferstein zahlreiche rothe ovale Blutscheiben von 10—13 μ Durchmesser, so dass nur wenige gleichzeitig durch jene kapillarenartigen Gefässe geben konnten.

Blanchard hat bei Cerebratulus ligurieus zwei Paar Seitengefässe gesehen. Die Gefässwandungen treiben durch ihre eigenen Kontraktionen das Blut.

Auch Hoffmann fand bei seiner neuen Gattung Drepanophorus dorsale Querverbindungen zwischen dem Rückengefäss und den beiden Seitengefässen in regelmässiger segmentaler Anordnung. Von der Kommissur hinter dem Hirnknoten ging eine Schlinge über diesen weg. Die rothen Blutkörperchen waren bei 20 μ Länge nur 10 μ breit. Sie zeigten die beiden spektralen Absorptionsbänder des Oxyhaemoglobins, wie das Ray Lankester auch für Polia sanguiruba gezeigt hatte. Bei Meckelia erschienen auf den Querschnitten ausser den drei Hauptlängsgefässen noch fünf weitere Paare von Gefässdurchschnitten und drei von diesen, welche neben der Rüsselscheide liegen, auch bei der Gattung Lineus. Sollten dies nicht Fortsetzungen der Hauptgefässe an dem eingestülpten Theil sein? Meckelia hatte ein farbloses Blut, aber es bot das ihr Gehirn umlagernde rothe Pigment die Spektralerscheinungen des Oxyhaemoglobins, wie das nach Ray Lankester auch bei der Seeraupe, Aphrodite, die Umhüllung des Bauchmarks und bei Limneus, Littorina und anderen Schnecken das Muskelgewebe thut, dessen rothe Farbe ja auch bei Wirbelthieren von Haemoglobin herzurühren scheint. Die birnförmigen an das Gehirn herantretenden Seitenorgane, in welche durch Kanäle Seewasser kommen könnte, würden dann der Hämoglobinlage um das Hirn eine stehende, lokale respiratorische Thätigkeit statt der mobilen, universalen in kreisenden Blutkörperchen geben.

Unter den Hirudineen hat ganz besonders der wegen der geringen Grösse zu mikroskopischen Untersuchungen geeignete Krebsegel, Branchiobdella oder Astacobdella, schon seit langer Zeit, von Odier 1819 an, Gelegenheit zur Beobachtung des Blutgefässsystems gegeben. Dorner hat besonders die Kenntniss erweitert. Es findet sich ein Rückengefäss und ein Bauchgefäss. Ersteres tritt mit letzterem an seinem Hinterende in

neunten Hauptsegmente, indem es sich gabelt, in Verbindung, am achten Segmente wieder durch zwei Aeste, im zweiten durch eine gleiche dritte Kommissur und endlich im Kopf noch durch vier Paar kürzester Verbindungsbogen. Der hinterste Theil des Rückengefässes liegt dem Darm nahe an, ist dadurch weniger deutlich und nur 38 μ weit. Der Kreislauf geht nach Dorner im Rückenstamm von hinten nach vorn, im Bauchstamm von vorn nach hinten, welche Richtung nach Claparède allen Würmern gemeinsam ist. Kontraktionen finden nur an dem Theil des Rückengefässes statt, welcher zwischen dem zweiten und dem vierten Segmente liegt, einer Art Herz von 53 μ Weite, etwa 30—40 in der Minute, aber unregelmässig, in ungünstigen Umständen gewaltig verlangsamt und leicht aussetzend. Die Blutbewegung ist mehr eine hin und her wogende. Das Bauchgefäss bezeichnet Keferstein ausdrücklich als nicht kontraktil. Leuckart meint, es möge der Rückenstamm, welchen schon 1719 Dillenius bei dem Blutegel beschrieb, mit der bei Branchiobdella unter den Hirudineen besonders weiten Leibeshöhle in offener Verbindung stehen, seinen Inhalt aus letzterer beziehen, die in der Leibeshöhle auf- und abtreibende Flüssigkeit schon Blut sein. Nach demselben theilt sich bei den übrigen Hirudineen das Coelom durch bindegewebige und muskulöse Wände in drei, bei den Kieferegeln ganz gefässartige Räume, einen, je nach seiner Weite verschiedene Eingeweide, bei Clepsine und Piscicola Darm und Nervenkette, umschliessenden Mediansinus und zwei unter einander besonders an den Enden durch über das Rückengefäss hinübergreifende Queranastomosen und ebenso vielfach mit dem Mittelstamme verbundene, zuerst wohl von Cuvier erkannte Seitenstämme. Das kontraktile Rückengefäss taucht dann mit seinem hinteren Ende offen in den Mediansinus ein und füllt sich aus ihm, das Bauchgefäss, vorn und hinten mit dem Rückengefäss verbunden, liegt gänzlich geschieden, ventral vom Mediansinus. Im Rückengefäss bilden zungenartig in den Kanal ragende Zellhaufen bei der Kontraktion Ventile und scheiden Kammern in einer der Segmentirung entsprechenden Anordnung. Da das ganze Coelom als Blutbildner auftreten kann, wird man kaum diesen Klappen dafür eine höhere Bedeutung beilegen dürfen. Bei den Kieferegeln verengt sich der mediane Sinus, so dass er nur noch das Bauchmark umschliesst. Ein solches, auch bei eigentlichen Anneliden auftretendes Verhalten tritt unseren Vorstellungen, welchen es, soweit wir sie von höheren Thieren ableiten, erst etwas fremd ist, näher, wenn wir, einerseits es vergleichend der Umspülung eines Gehirns und Rückenmarks durch ein Gefässnetz, andererseits noch zum Beispiel mit in Vergleich nehmen die entgegengesetzte Umwachsung einer Gefässbildung durch eine Nervenbildung, wie sie die Lage des Stammes der Netzhautpulsader, Arteria centralis retinae, in der Axe des Nervus opticus bei Wirbelthieren bedingt. Bei Nephelis behauptet der Mediansinus noch den Charakter der Leibeshöhle, in sofern

er die Kommunikationen mit den Seitengefässen noch nicht in ein Kapillarnetz verwandelt und in ihnen die dem Coelom zukommenden trichterförmigen, flimmernden, inneren Oeffnungen der exkretorischen Segmentalkanäle zeigt, und es fehlt das Rückengefäss und das Bauchgefäss. Das eigentliche Bauchgefäss der Branchiobdellen fehlt auch den anderen Kieferegeln; es würde also nach dieser Auffassung in Analogie nicht in Homologie ersetzt durch den zum Gefässe umgestalteten medianen Sinus.

Die Entwickelung echter dorsaler und ventraler Hauptstämme und ihnen zugetheilter Kapillaren wird überall die Bedeutung der sekundär animalen Schicht, vorzüglich ihres Bewegungsapparates und der Haut erhöhen. Zur Abgliederung eines besonderen Gefässsystems für die sekundär vegetative Schicht, eines Darmgefässsystems, kommt es nicht in der Art, dass ein solches besondere Hauptstämme hätte. Doch verglich schon Spix das einfache Dorsalgefäss des Blutegels, weil seine Würzelchen das Blut des Darmkanals aufnähmen, einer Vena mesaraica. Auch sind nach Rathke von den queren Aesten der beiden seitlichen Stämme bei älteren Embryonen von Nephelis einige nicht fest der Leibeswand angeheftet, sondern liegen lose zwischen ihr und dem Darmkanale, verschieben sich bei den Verkürzungen und Verlängerungen des Wurms und wenden ihren Bogen vorwärts und rückwärts. Rathke meinte, dass deren Aeste sich am Darme verbreiteten. Bei dem medizinischen Blutegel geht ein Theil der Kapillaren des Rückengefässes an den Darm.

Molekulare Körperchen, rundliche Körnerhaufen, kernartige Gebilde, vollständige Zellen, auch zackige, beständig farblos, finden sich in geringer Menge im Blut.

Rathke schien in der Embryonalentwickelung von Nephelis die Herstellung des Seitengefässes jeder Seite von einer Schlinge auszugehen, welche mit den Bogen nahe den kolossalen Zellen der Hinterleibswand mit einem kurzen Schenkel sich nach vorn gegen den Rücken kehrte und mit einem längeren Schenkel über den Bauchplatten nach vorn lief, hier sich erhebend. Der längere Schenkel sollte dann Seitengefäss, der kürzere der hinterste oberste Ast werden. Die Stämme zeigten sich vorne schon, wenn der Embryo noch kuglig war. Das Bauchgefäss scheint sich später zu bilden.

Beherrscht bleibt die ganze Blutbewegung durch die Kontraktion des Rückengefässes von hinten nach vorn. Das, was nicht in die Kapillar dieses Gefässes tritt, der Ablauf, geht in den Bauchstamm über und kommt von diesem dem Rückengefäss hinten wieder zu, desgleichen der aus den Kapillaren gesammelte Inhalt der Seitengefässe. Die Seitengefässe ziehen sich abwechselnd zusammen und treiben ihren Inhalt auch einander zu. Brandt, welcher die Einzelnheiten des Gefässsystems verschiedener Blutegel auf das Feinste schon 1829 dargestellt hat, ist geneigt gewesen, die Seitengefässe wegen ihrer deutlich muskulösen Längs- und Querfasern für

arteriell anzusehen, die medianen, von welchen das Rückengefäss an Darm und „Rückenlebermasse“ viele Aeste gebe, als Venen.

Bei den Rhynchobdelleen bewegt sich nach Leuckart farbloses Blut in einem mehr oder minder lakunären Apparate. Leydig hatte früher der Clepsine unter ihnen eine hintere freie Mündung des Rückengefässes zugeschrieben. An halbverhungerten Thieren erkannte er später genauer, dass das Rückengefäss hier nur sich zum Darme hinabsenke, so dass der Querschnitt eine Oeffnung zu sein schien. Dieses Budge zugestehend, hielt er fest und fand durch Kupffer bestätigt, dass von den Klappen im Rückengefäss sich Zellen ablösen und dass diese sich dem Blute beimischen.

Auf die exkretorischen, aus der Leibeshöhle nach Aussen führenden, symmetrisch gepaarten, metamerisch sich wiederholenden Kanäle, Segmentalorgane, treten wir zunächst hier und bei folgenden Gruppen nicht ein, nachdem die Absonderung eines Blutgefässsystems von ihnen ihre besonderen Eigenschaften gesichert und geläutert hat, falls auch beide Systeme mit der Leibeshöhle in offener Verbindung bleiben.

Bei den Sagitten vertritt das in verschiedenem Grade mit Strängen durchsetzte und mit Epithel ausgekleidete Coelom das Gefässsystem, ohne dass in ihm Blutkörperchen wahrgenommen wären.

Unter den Gephyrei stellt sich nach Selenka bei Phascolosoma elongatum Keferstein in der ersten Dottertheilung drei kleineren Viertheilen, den ersten Ektodermbildungszellen, eine viel grössere Reservekugel oder Reservedottermasse, ein grösseres Viertel, gegenüber. In Einstülpung und Furchung bildet diese Masse theils einen erst soliden, danach zum Mund und Darm aus einander weichenden, Endodermzapfen aus an einander gebundenen Zellen, theils im Coelom flottirende, zahlreiche, freie, nach der Abbildung theilweise gekernte Blutzellen von verschiedener Grösse. Wahrscheinlich seien unter diese gemischt und theilten mit ihnen gleichen Ursprung die Bildungsheerde der Geschlechtsprodukte. In der Figurenerklärung hat Selenka diese freien Zellen als Mesoderm zusammengefasst.

Auch bei den erwachsenen hat, namentlich nach den Beobachtungen von Quatrefages, v. Siebold, Keferstein, Ehlers und Brandt, die Leibesflüssigkeit die Bedeutung des Blutes. Bei Halicryptus, Priapulus, Sipunculus treiben in milchigem, schmutzig röthlichem, weinrothem, gelblichem Blute zahlreiche Körperchen. Bei Sipunculus wären solche nach Keferstein und Ehlers von verschiedener Beschaffenheit. Die zahlreichsten: runde oder brodförmige, schwach gelbliche Blutscheiben von 16 μ Durchmesser mit 4 μ grossen Kernen; sparsamer: grobkörnige, runde, kernhaltige Zellen mit blassen Fortsätzen, Haufen von Körpern in Grösse der Blutzellenkerne und solche von 40 μ grossen, sehr blassen Zellen. Die aufgeführten riesigen Wimpertöpfe gehören nicht hierher.

Schwalbe und Brandt haben bestimmter einen Theil der Blutkörperchen den rothen, einen anderen Theil den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere verglichen.

Die Bedeutung der Leibeshöhle im Sinne der Ernährung erscheint um so sicherer, als dieselbe verhältnissmässig sehr weit ist, so dass bei Sipunculus beispielsweise die Eingeweide in einem zehnmal umfänglicheren Hohlraum schwimmen. Aber sie fungirt zugleich als Behälter der Geschlechtsprodukte und die etwaigen Kommunikationen nach Aussen, mögen sie geschehen durch Wimperschläuche nahe dem Enddarm, bei Echiurus, oder durch einen hinteren Porus, bei Sipunculus gigas, Jourdain's Gattung Sipunculoporus, werden mehr dieser Funktion als etwa einer Wasserbeimischung zu dem Blute, welche man nach einzelnen Angaben annehmen sollte, dienstbar sein.

Längere Zeit hat man geglaubt, dass nur ein Theil der Gephyrei, nämlich die armati, ausserdem eigentliche Blutgefässe besitze, während andere theils ausdrücklich als gefässlos bezeichnet und damit negativ diagnostizirt wurden, theils bei ihnen Gefässe wenigstens nicht gerade erwähnt wurden. Jetzt scheint man solche eher für alle Gephyrei annehmen zu müssen, wenigstens auch für Sipunculus, bei welchem sich ausser zwei Längsgefässen schon im jugendlichen Zustande ein Ringgefäss um den Schlund findet, welches die Tentakel speist. Den beiden Längsgefässen, Rückengefäss und Bauchgefäss, gesellt sich bei Echiurus Gaertneri Quatrefages ein durchaus dem Verdauungsapparat angehöriger Stamm, Vena portarum, Pfortader des Beschreibers. Der Bauchstamm entstehe am Rüssel aus zwei sehr kurzen Seitenästen, verlaufe dann einfach unmittelbar auf der Ganglienkette und erweitere sich in der Höhe der beiden vorn liegenden Hakenborsten zu einem vierseitigen Bauchherzen. Er gebe vorher drei grosse Darmäste und einige Hautmuskelgefässe und im Herzen die Gefässe der Geschlechtsorgane ab. Die Wurzeln des Rückengefässes schienen mit den Ausläufern des Bauchgefässes in Verbindung zu stehen, weitere Aeste träten in dasselbe ein, während es nach vorn zieht; es umfasse den Rüssel dort, wo er in den Darm mündet, ringförmig, schwelle dann zu einem Dorsalherzen an und verliere sich in dem Kapillarnetz, aus welchem die Wurzeln des Bauchgefässes hervorgehen. Mit den beiden Schenkeln jenes Ringes verbinde sich ein weiterer Stamm aus dem Bauchherzen zum Eingeweidestamm, indem dieselben zunächst in einer Anschwellung, Darmherz, zusammenträten. Der aus diesem hervorgehende starke Gefässstamm versorge mit dem Darm auch das Mesenterium. Bei Bonellia ziehen sich der Rückenstamm, einfach bleibend, und die zweitheilige vordere Wurzel des Bauchstamms in den Rüssel. In der Mitte des Körpers bildet nach Schmarda der Bauchstamm eine Herzanschwellung. Von anderen Autoren

wird jenen und diesen Anschwellungen die Bedeutung von Herzen bestritten, und ist in den Gefässen Wimperung wahrgenommen worden.

Bei Crepina (vgl. Fig. 63, p. 76) fand v. Beneden rothe Blutkörperchen, welche gute Gefässe dicht füllten. Schon mit der Loupe sah man einen Längsstamm rhythmisch als rothen Faden erscheinen, gegen den Kopf vorrücken und verschwinden. Hier war eine Gabelung, durch welche das Blut in das Tentakelhufeisen trat. Dann hatten die Tentakel je ein einfaches blindes Gefäss. Dieser Blutstrom erschien als venös, weil zu den Athemorganen gehend; dass er trotzdem röther gefunden wurde als der gleich zu besprechende, dürfte nur in der oberflächlichen Lage begründet gewesen sein. Auf der entgegengesetzten Fläche des Körpers ging ein Strom zurück, beginnend als aus denselben Kiemengefässen gespeistes Vas efferens. Durch ein so vollkommenes Blutgefässsystem schien namentlich Crepina von den Bryozoen entfernt. Die beiden Stämme lagen hart am Darm und kommunizirten ausser durch die Verbindung mit den Kiemengefässen, so zu sagen den Kiemenring, noch durch eine andere Verbindung etwas weniger nahe dem Vorderende. Indem so die Kiemengefässe nur als eine sinuöse Erweiterung der vorderen Anastomose zwischen Dorsalgefäss und Ventralgefäss erscheinen, bietet sich, wenn die Einziehung der Kiemen dem Kreislauf Schwierigkeiten in den Weg stellt, die zweite Anastomose als Ausweg. Die hintere Verbindung der Stämme sah v. Beneden nicht. Der ganze Apparat war kontraktil; die Körperchen, einzeln oval oder kreisförmig, 10 μ gross, passten ihre Form den Umständen an. Die Gattung Crepina ist, wie wir schon oben bemerkten, vielleicht identisch mit Phoronis des Golfs von Neapel, jedenfalls ganz nahe verwandt. So wird der Wurm der Nordsee vermuthlich wie der des Mittelmeers aus der Larvenform entspringen, welche Müller 1846 in der Nordsee fand und Actinotrocha nännte und welcher Gegenbaur 1853 zuerst im Mittelmeer begegnete. Müller hatte in einem Wurm mit rothem Blute wahrscheinlich bereits in der Nordsee die Crepina gesehen und als Entwickelungsstufe der Actinotrocha in Betracht gezogen. Er sagte übrigens, die Gefässe bildeten in den Tentakeln Schlingen.

Für Phoronis fand Kowalevsky die Verhältnisse des Blutgefässsystems denen des Sipunculus sehr ähnlich. Anderes gleich darstellend wie van Beneden, sah er doch vorn nur einen Gefässring, hinten eine weitere Schlinge und am Darm zahlreiche Kapillaren. Die Blutkörperchen seien gekernt und viermal so gross als die des Menschen, das wäre dreimal so gross als die der Crepina. Sie enthalten Haemoglobin. Zottige Anhänge des Gefässsystems mögen verglichen werden kontraktilen Blinddärmchen am Rückengefässe junger Sipunkuliden.

Im Jahre 1858 studirten Krohn und, bevor wir von dessen Beobachtungen wissen konnten, Leuckart und ich auf Helgoland die Entwicke-

lung der Actinotrocha. Unsere Form ist zweifelsohne dieselbe A. branchiata Müller, welche später Schneider untersuchte. Meine damals gefertigten Zeichnungen geben auf dem Rücken des Kopfschirmes der Larve, sowohl der jüngeren als älteren in der Mittellinie zwei ausgezeichnete Wimperbüsche an, welche Schneider nicht zeichnet. Wir sahen richtiger als Krohn, dass die Tentakel des aus der Larve hervorgehenden Wurms nicht die der Larve waren, sondern dass der Wurm unter Verkümmerung des Schirms und der Tentakel der Larve aus Stummeln zwischen diesen, oder, wie Mecznikoff es bezeichnet, aus Basalverdickungen sich neue Tentakel oder Kiemenfäden ausbildet. Aber Krohn sah ebenso wie wir sehr wohl, dass aus Anschwellungen, oder wohl richtiger Blastemhaufen am Darm, von welchen Gegenbaur gedacht hatte, sie könnten wohl Leberzellen sein, das Gefässsystem und in ihm die Blutkörperchen hervorgehen, wie sie letztere schon in Masse enthielten, als sie noch nicht gefässartig waren. Dieser und ähnliche Fälle der Entstehung der Gefässe verhältnissmässig spät in einem für andere Theile wesentlich provisorisch überwiegend früh ausgebildeten Larvenstand verdienen eine besondere Verwerthung für die Prinzipien der Entstehung des Blutgefässsystems und der Vorgang ist, soweit er bisher bekannt ist, an dieser Stelle das Wichtigste aus der Aktinotrochenentwickelung. Auch sah Krohn bereits wie wir die blinden Gefässausläufer Kowalevsky's im hintern Theile des Wurms wie bei Lumbrizinen. Sie machten einzeln in Abwechslung sich kontrahirend das Blut oszilliren. Es ist zu beachten, dass es nach Krohn drei Anschwellungen am Darm giebt, während überall nur zwei Hauptgefässe des erwachsenen Wurms angegeben werden; vielleicht stellen die ersten Anlagen, wenn zwei, nur die zwei Schenkel des Hauptgefässes der Kiemen, wenn drei, dazu die zweite besondere Kommissur dar.

Fig. 185.



Actinotrocha branchiata Müller, Larve von Phoronis, aus der Nordsee bei Helgoland. Nach meinen Zeichnungen von 1858, etwa 20mal vergrössert. a. Der Kopfschirm. b. Der Mund. c. Diesen überragender hohler Nackenzapfen, Träger desKopfschirms. d. Besondere Wimperbüschel des Kopfschirms. e. Am Darm anliegende Blutkörperchenblasen. f. Tentakelkrone mit grossen hinfälligen Tentakeln und punktirten Papillen, aus welchen die bleibenden Tentakel hervorgehen. g. Anlage des Dorsalgefässes. h. Leibeshöhle. i. Magen mit Futterballen. k. Hinterer Wimperring. l. Analzapfen. m. Die Anlage der animalen Schicht des definitiven Wurms. n. Die Einstülpungsstelle für diese Anlage, spätere Ausstülpungsstelle.

Das volle Verständniss der Umwandlung der Aktinotrocha in Crepina oder Phoronis gab erst Schneider 1862. Wir selbst hatten das, was wir davon sahen, zum Theil zu ungewöhnlich gefunden, um überall den gesetzmässigen Gang darin zu vermuthen. Frühere Larven-

stände der Actinotrocha für Phoronis, welche zur Erkenntniss des zu Grunde liegenden Prinzips von grösster Bedeutung sind, beschrieben 1867 Kowalevsky und 1871, Mecznikoff. Aus Invagination der Furchungskugel geht der Darm hervor und bricht mit einer zweiten Oeffnung durch; während die sekundär animale Schicht sich zu einer vorn mit schirmartiger Ausbreitung, dahinter mit Papillen, dann Tentakelfäden ausgerüsteten Hülle entwickelt, rückt der Mund unter den Schutz jener Bildungen, wird bauchständig und rückt dem After verhältnissmässig näher. Wenn solcher Tentakel oder Arme von hinten nach vorn fortschreitend fünf und sechs Paare gebildet sind, beginnt an einer Stelle, welche ganz wohl der des Herzens der Wirbelthierembryonen verglichen werden kann, die Herstellung einer Anlage, aus welcher der weitaus überwiegende Theil der sekundär animalen Schicht des späteren Wurmes, sammt dem Gefässsystem hervorgeht und unter wesentlicher Beseitigung des animalen Larvenantheils, aber in Erhaltung des alten Darmes in Kombination mit dem letzteren das Thier fertig stellt. Wir sahen seiner Zeit diese Anlage zuerst als einen paukenförmigen Wulst auf der inneren Körperwand an Larven von 1,5 mm. Länge. Nach Mecznikoff geht dem noch zuvor die Bildung eines „feinen Häutchens auf der Ventralseite des Darms, welches sich mit der Körperbedeckung der Larve verbindet". Es scheint dieses als eine Coelombrücke betrachtet werden zu müssen und es geht daraus die erste Anlage des Gefässsystems hervor. Das Häutchen kontrahirt sich schon, ehe die Gefässe differenzirt sind und treibt den Inhalt der Leibeshöhle umher, es wird schlauchförmig, kann dann die festen Körperchen aus der Periviszeralflüssigkeit in sich aufnehmen und endlich schnüren sich die Gefässe von der sinusartigen Anlage ab, wobei der obere Abschnitt derselben zum Ringgefäss wird. Unterdessen hat sich jene von uns paukenförmig genannte Anlage zu einem hohlen Zapfen oder Schlauch von der ventralen Leibeswand aus entwickelt und drängt gegen den Darm; der Hohlraum wird von der Epidermoidalschicht der Haut der Larve in Fortsetzung ausgekleidet, die Hülle des Zapfens bildet eine Muskelschicht, welche ebenfalls im Körper der Larve durch feine Ringsmuskeln vertreten war. Der Schlauch wächst und passt sich erst Sförmig, dann in vielen Krümmungen dem engen Raume an. Endlich stülpt sich der Schlauch um, wie Schneider es nennt, gleich einem Schneckenfühler, und zieht den Darm so in sich hinein, dass die Mitte in den Grund der Ausstülpung kommt und Mund und After an der Stelle, wo diese mit dem alten Larvenleib ausgerüstet ist, dichter zusammengeschoben werden. Als wir dies sahen, glaubten wir, die Larve sei zerrissen, und bis Schneider hat es keiner der Beobachter ganz begriffen. Kopfschirm und Tentakel ziehen sich dabei mehr oder weniger in den Schlund, atrophiren oder reissen ab und aus dem Kranze basaler Verdickungen an den alten Tentakeln entsteht die neue Krone. Im Ganzen

steht diese besondere Entwickelungsmodalität so, dass die definitive Hautanlage des Wurms, auf einer frühzeitig fertig gestellten Anlage in Kontinuität mit der Hautschlauchanlage der Larve aber in embryonaler Einstülpung hergestellt, sich evaginirt, während sonst die Darmanlage in eine früher fertig gestellte Hautanlage sich invaginirt.

Bei den, von Joh. Müller als Tornaria beschriebenen und wegen auffallender Uebereinstimmung für Wimperschnüre, für auf dem Rücken mündenden Wassergefässschlauch und für um den Magen gelagerte scheibenartige Körper mit Seesternlarven, sogenannten Bipinnarien und Brachiolarien, den Echinodermen zugetheilten Larven wurde 1867 von Fritz Müller ein pulsirendes Herz an der Basis des Kanals zwischen Wassersystem und Rückenporus gesehen und jene Zutheilung erschüttert. Es erschien dadurch die ohne Berücksichtigung des doch vielleicht in der Abbildung angedeuteten Wassergefässsystems schon 1865 ausgesprochene Vermuthung von Mecznikoff, es möge Tornaria die Larve des eben von Kowalevsky beschriebenen Balanoglossus sein, unterstützt und hat sich weiter in Untersuchungen Mecznikoff's und Al. Agassiz' bewahrheitet, so dass Agassiz die Erscheinung der Larve „pseudo-echinodermal" nennt.

Aus dem oberen Theil des Tornarienkörpers, welcher den Wassergefässschlauch und das Herz einschliesst, entwickelt sich nach Mecznikoff der zapfenförmige Rüssel (Fig. 65 a, p. 77), dessen Innenraum von dem das pulsirende Herz umschliessenden Wassergefässschlauch erfüllt wird. Es kämen zugleich dünnwandige Blutgefässe, ein mittleres Rücken- und ein gegenüberliegendes Bauchgefäss zum Vorschein, welche am Hinterende der Larve mit einem Ringgefäss zu kommuniziren schienen und jetzt die Pulsationen dem Herzen mehr abnähmen. Blutkörperchen wurden nicht wahrgenommen. Die lateralen Scheiben bildeten, um den Magen zu einem Schlauche verwachsend, die Muskelwand des Körpers und einen peritonealen Magenüberzug und ihre Höhlung werde zum Coelom. Sie würden also den Hauptantheil des Mesoderms ausmachen. Der Rüssel erscheine vergleichbar einem grossen Echinodermambulakralfuss. Die basale Oeffnung scheint Mecznikoff aus dem Porus herzuleiten, die terminale breche später durch. Das Herz entsteht nach Agassiz' 1873 gemachten Mittheilungen als eine unabhängige Blase in einer Depression des hinteren Theils des Wassergefässsystems hart an der Oeffnung des Rückenkanals in dasselbe und wird später durch eine undurchsichtige Umhüllung mehr versteckt. Die erst kuglige Blase des Wassergefässsystems umgreift von beiden Seiten bogenförmig den Magen, verbindet diese ihre Hörner endlich zu einem Wasserschlundring und engt sich zugleich mehr ein. Der Porus läge dorsal, also nicht wie die basale Rüsselöffnung über dem Munde und kann diese demnach nicht aus jenem hergeleitet werden, noch auch der Rüsselhohlraum Wassergefässhohlraum sein. Das schliesst nicht aus, dass Wasserinjektion

innerhalb der Wände die vom Rüssel geübte Muskelarbeit in Aufnahme und Durchtreiben eines Wasserstroms unterstütze. Es erscheinen dann das Rückengefäss und ein Bauchgefäss, Anfangs ohne Verbindung an beiden Seiten spitz endend.

Schon 1866 hat Kowalevsky die früheren durch delle Chiaje und Keferstein gegebenen spärlichen Mittheilungen über das Blutgefässsystem des erwachsenen Balanoglossus erheblich erweitert. Im dorsalen Stamme fliesst das Blut nach vorn, im ventralen nach hinten. Der dorsale Stamm gibt im hinteren Körperabschnitte jedem Ringe jederseits einen Zweig für Leibeswand sammt Geschlechtsorganen und einen für die Wände des Darms, eine gleichmässige der Mesodermzutheilung entsprechende Versorgung, um so merkwürdiger bei der doch ganz unvollkommenen Coelomspaltung des Mesoderms. Die Kapillaren behalten besondere Wände. Die Zweige des Hautschlauchs münden in den Bauchstamm und vielleicht in die Seitenstämme; von denen des Darms sagt Kowalevsky einmal, dass sie in den Bauchstamm mündeten und vielleicht der Strom in ihnen von hier zum Rücken gehe, das andere Mal, dass sie in die Seitengefässe übergehen. Die letzteren, wie es scheint, schon im Durchschnitte von Keferstein dargestellt, tragen im Uebrigen Aeste der Kiemen, aber, wie der Strom in ihnen gehe, blieb Kowalevsky verborgen. Von dem hinteren Ende des Kiemenabschnittes des Wurms an besorgt der Dorsalstamm die Abgabe der Aeste für jeden Ring und jede Geschlechtsdrüse nicht mehr von einem einfach medianen Theile aus, sondern von zwei dorsalen Seitenstämmen, in welche er sich in der Hauptsache getheilt hat. Längs der Kiemenkammern laufend treten diese mit ihrem Reste an der vordersten Kiemenspalte in die oben genannten Hauptseitenstämme über und speisen an dieser Stelle noch mehrere Theile des Kragenabschnittes mit besonderen Gefässen. Man kann das auch so fassen, dass für jede Seite die Gefässe der Segmente der Kiemenregion gemeinschaftlich, die der hinteren Segmente vereinzelt Ursprung nähmen. Es erübrigt immer noch von dem Dorsalhauptstamm beim Abgang jener in der Mittellinie ein zum Rüssel laufendes, diesen versorgendes, an der Basis und Spitze einen Ring bildendes Stämmchen, und ein tiefer liegendes, von welchem die Kiemenplättchen kleine Gefässe erhalten. Diese Gefässeinrichtungen gestatten gewisse Vergleichungen mit Wirbelthieren, besonders Amphioxus, aber, wie uns scheint, nicht weiter als in Konsequenz der antimerischen und metamerischen Gliederung verbunden mit einem gewissen Grade der Vollendung des Gefässsystems.

Polygordius (vgl. p. 76 und Fig. 64) hat nach Schneider einen dorsalen Blutgefässhauptstamm. In jedem Segment entsendet dieser ein Paar Aeste, welche nach Aussen laufen, dann nach hinten umbiegen und im Hinterende des betreffenden Segmentes blind enden. Nur im vordersten Segmente anastomosiren diese Aeste an der Bauchseite. Eine Zirkulation

wurde nicht wahrgenommen, es ist auch nicht zu begreifen, wie, wenn die Einrichtung ganz verstanden wurde, eine solche geschehen könne. Das Blut ist roth, aber ohne Körperchen.

Fig. 186.



Diagramm des Blutgefässsystems von Polygordius lacteus Schneider aus Helgoland, nach Schneider. a. a. Dorsalhauptstamm. b. Vordere Anastomose. c. c. Gewöhnliche segmentale blinde Gefässschläuche.

Bei den echten Anneliden konkurrirt die Leibeshöhle für Bewegung von blutartigen Säften im Dienste von Ernährung und Athmung mit einem Blutgefässsystem. Die Leibeshöhlenflüssigkeit, indem sie durch die Kontraktionen des Hautschlauches und des Darmkanals hin und her geschoben und gemischt wird, entnimmt den sie begränzenden und auch in ihr flottirenden Geweben dienliche Bestandtheile und führt sie zu anderen Regionen, wo sie ernähren, athmen, abscheiden können, sie irrigirt, rascher und ausgiebiger als das das Blutgefässsystem kann, Theile, deren Hohlräume mit ihr zusammenhängen, im Ganzen. Das Blutgefässsystem dagegen trägt Blut in die geschlossenen Gewebsmassen mesodermalen Ursprungs, indem es dessen Bewegung über jene schwankenden Zustände der Kontraktion und Expansion der Hohlräume weg in den Wänden durch seine eigene Energie sichert.

Unter den oligochäten Anneliden hat einer der sonst niedrigst stehenden Bewohner lichtloser Brunnen, der Phreoryctiden, Phreoryctes Menkeanus Hoffmeister, nach Leydig ein medianes Rückengefäss mit Muskellage und ein gleichfalls medianes Bauchgefäss ohne Muskellage. In jenem sieht man von Segment zu Segment helle birnförmige Gebilde, meist zu viert, aufsitzen. Die Gefässschlingen, welche im Bauchgefässe wurzeln und in dieses zurückführen, sind ebenso wenig kontraktil als das Bauchgefäss selbst. Die umhüllende Adventitia, ganz vom Charakter der Matrix einer Cuticula gehe unmittelbar in das interstitielle Bindegewebe über. Der Gefässinhalt sei roth, welche Farbe sich beim Fasten verringert, der Inhalt der Leibeshöhle eine farblose Lymphe mit zahlreichen strahligen, farblosen Blutzellen.

Von den anderen Gattungen feuchte Erde, Sumpfwasser, Brackwasser, selten Salzwasser bewohnender limikoler Oligochäten hat namentlich Claparède schon etwas früher eine grosse Menge genau auf ihr Gefässsystem untersucht. Auch er glaubte in den Gefässwänden die Muskelzellen in zirkulärer Anordnung an den zahlreichen Kernen zu erkennen und sah dem entsprechend die die Geschlechtsorgane umgebenden Gefässe in der Zusammenziehung, Systole, rosenkranzartig.

Bei Pachydrilus sind Bauchgefäss und Rückengefäss vorn in Gablung und in den Segmenten mit Ausnahme der mittleren durch Schlingen ohne

Aeste in Verbindung. Die Periviszeralhöhle enthält Körperchen, deren Gestalt die Arten zu unterscheiden gestattet, bei P. crassus Claparède zweierlei, kernlose, durchsichtige, spindelförmige, oft Sförmig gebogene, von 40 μ Länge und halb so grosse, scheibenförmige, gekernte, granulirte.

Bei Clitellio arenarius Savigny kreist das lebhaft rothe Blut in einem viel zusammengesetzteren Gefässsystem. Die Verbindungsschlingen finden sich in jedem der etwa 120 Segmente und werden in den dreissig letzten sehr buchtig. Um den Oesophagus und die Geschlechtsorgane bilden sie ein sehr reiches Netz. Ein Anastomosenpaar nahe dem Vorderende, viel weiter als die übrigen, fungirt in regelmässigen Kontraktionen als Herz. An der Wand der Gefässe hängen grosse Zellen, ganz nach Art der sogenannten Leberzellen der Darmwand. Die Periviszeralhöhle enthält spindelförmige und ähnlich gebogene Körperchen wie bei Pachydrilus.

Bei Tubifex Bonneti Claparède, Saenuris variegata Hoffmeister, liegt das kontraktile Rückengefäss unmittelbar dem Darm an und geht vorn in Gabelung in das ventrale über. In den ersten Segmenten sieht man nur je ein Paar Kommunikationen; wo aber der Darm anfängt, sich mit pigmentirten Zellen zu bedecken, je zwei Paar, ein Paar verästelter Darmschlingen, schwer zu finden, in der Mitte des Segments, und ein Paar der Körperwand anliegender periviszeraler Schlingen, mehr im hinteren Segmenttheil, hinten mehr und mehr sich schlängelnd. Claparède meint, dass diese eine respiratorische Bedeutung haben, da das Hinterende immer undulirend aus dem Schlamm vorgestreckt werde, was schon im vorigen Jahrhundert Bonnet und O. F. Müller sahen. Die Anordnung am Rumpfe selbst repräsentirt Prinzipien, welche bei Kiemenwürmern in den Kiemen erscheinen können. Die beiden periviszeralen Schlingen des siebten Borsten tragenden, im Ganzen achten, Segments sind sehr erweitert und bilden zusammen ein Querherz, aber die im zehnten, elften und zwölften Segment, in welchen die Hoden sich entwickeln, pulsiren und ragen mit der Entwickelung der die Dissepimente nach hinten drängenden Hoden auch selbst nach hinten, die des zwölften bisweilen bis in das sechszehnte Segment.

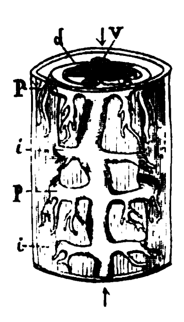
Auch bei Tubifex rivulorum fand Claparède die dem d'Udekem verborgen gebliebene Intestinalschlinge und ebenso bei Limnodrilus, nachdem er sie bei Stylodrilus und Lumbriculus gesehen hatte. Die Funktion des Anastomosenpaares als Herz kannte schon d'Udekem.

Bei Limnodrilus Udekemianus Claparède findet sich ausser den genannten Schlingenformen im hinteren undulirenden Körperabschnitt noch eine dritte in verästelten Hautblutgefässen, schwer sichtbar zwischen der Kreismuskelschicht und der Längsmuskelschicht. Jedes Segment hat die intestinalen und periviszeralen Bögen, letztere nie mit den starken Krümmungen. Zu den Kontraktionen im Rückengefäss mit der den Anneliden allgemein zukommenden Propulsion nach vorn findet sich die Thätigkeit von birnförmigen

Querherzen im achten, und von weniger kontraktilen periviszeralen Schleifen im neunten Segment.

Aehnlich hat auch Limnodrilus Hoffmeisteri Claparède die Herzen im achten Segment, rhythmische Kontraktionen ohne Erweiterungen im neunten bis elften zur Geschlechtsthätigkeitszeit. Die Hautgefässe schienen jedesmal in einem Segmente zwei Paar Schlingen zu machen und gingen deutlich vom Bauchgefäss aus; sie waren nur im letzten, aus dem Schlamm gewöhnlich vorgestreckten Drittel des Wurms wahrnehmbar.

Fig. 187.



Darstellung der Blutgefässe von Lumbriculus variegatus Grube aus dem Süsswasser, nach Claparède, in zwei Segmenten, etwa 50mal vergrössert. d. Dorsalhauptstamm. V. Ventralhauptstamm. p. p. Periviszeralschlingen. i. i. Intestinalschlingen, beide Arten von Schlingen mit kontraktilen Anhangsstämmchen.

Bei Lumbriculus variegatus Grube. Lumbricus variegatus Müller, hatte schon Bonnet das energisch schlagende Rückengefäss „la grande artère“ genannt und Grube hatte bewiesen, dass die ganze Färbung vom Blutgefässsystem und Darmkanal abhänge. Man sieht die rothe Linie des Rückengefässes durch die es vom vierten Segmente an verhüllenden Pigmentzellen hindurch; das Bauchgefäss wird von solchen gar nicht verdeckt. Die Periviszeralschlingen und die Intestinalschlingen pulsiren hier in jedem Segment, aber auch hier thut das Bauchgefäss das durchaus nicht. Vom achtzehnten Segmente an hat jede Periviszeralschlinge und vom fünfundzwanzigsten an jede Intestinalschlinge blinde kontraktile Anhangsstämme. Diese Coeca cardiaca, Kombinationen von zweierlei anderweitig dem erschwerten Blutlaufe dienenenden Einrichtungen, von Behältern und treibenden Kräften, erscheinen zunächst einzeln, dann zu zweit und mehreren, auch verästelt, handförmig gefingert, endlich bis zu je acht für die periviszerale und je vier für die intestinale Schlinge, so zusammen vierundzwanzig Coeca in einem Segmente. Bonnet kannte solche schon für die Periviszeralschlingen, aber ohne die Kontraktionen an ihnen gesehen zu haben, Treviranus beschrieb ihr Spiel, Leydig glaubte, dass sie nach dem Vorderende zu quastenartig würden, Grube theilte sie dem Darm zu, so dass die Kontraktionen, welche sie doch bis auf ein Drittel verkürzen können, von der Gefässen in den Wänden herrühren und sie ihr Drüsensekret in den Darm ergiessen sollten.

Bei Stylodrilus Heringianus Claparède pulsiren gleichfalls alle Gefässe ausser dem Bauchgefäss; die Intestinalschlinge liegt nicht wie bei Lumbriculus im hinteren, sondern wie bei Tubifex und Limnodrilus im vorderen

Segmentantheil. Die Systole der Rückengefässabschnitte folgt sich so rasch, dass wenn eine Kontraktion kaum um zwei Segmente vorgerückt ist, eine zweite sichtbar wird, so dass man im selben Augenblicke eine grosse Zahl systolischer Wellen sieht.

Bei Trichodrilus Allobrogum Claparède sei das Blut ausgezeichnet durch zwar sparsame aber verhältnissmässig sehr grosse Elemente. Hier sind alle Schlingen periviszeral, vorn für jedes Segment nur zwei jederseits, in der Mitte und hinten mehr, bis zu sechs, so dass bei der Stärke der Gefässe die Zwischenräume sehr klein werden und die ganze Region intensiv roth wird.

Bei Nais sind die beobachteten zwei kontraktilen Taschen nicht, wie Williams meinte, als mediane Herzen, die eine am Rückengefässe, die andere am Bauchgefässe gelegen. Sie gehören auch hier den Schlingen an, welche jene beiden Gefässe verbinden. Sie schlagen aber abwechselnd und ausser dem Rückengefässe pulsiren auch hier ferner dessen Hauptzweige.

Man hat also immer ein Rückengefäss und ein Bauchgefäss und verbindende Schlingen, sei es nur periviszerale, sei es dazu intestinale, sei es weiter dazu kutane. Immer ist das Rückengefäss kontraktil und treibt das Blut nach vorn, dieses wohl allein bei Enchytraeus, Pachydrilus, Nais, Chaetogaster. Bei den Tubifex, Clitellio, Limnodrilus kommen hinzu kontraktile Schlingen einiger Segmente, bei Stylodrilus pulsiren die doppelten Paare aller Segmente und bei den Trichodrilus noch mehr, während bei den Lumbriculus die Kontraktilität der je zwei Paar in allen Segmenten durch die blinden Anhänge erhöht wird. Ganz allein bei Nemodrilus filiformis ist auch das Bauchgefäss wenigstens in seinem vorderen Drittel kontraktil. Die Lebhaftigkeit des ganzen Thieres ist proportional der Zahl der kontraktilen Gefässe.

Das Gefässsystem der terrikolen Oligochäten ist davon einmal verschieden durch den Reichthum der Netze in der Haut, welche überhaupt unter den limikolen nur Limnodrilus Udekemianus besitzt, und am Darm, dann durch zwiefaches Bauchgefäss, so dass eins, das subintestinale, am Darm und ein anderes, unteres, das subkutane, die Vena cava von Morren, an der Körperwand liegt, und endlich durch ein reiches Netz an den Segmentalorganen, während bei den limikolen umgekehrt das wimpernde Rohr der Segmentalorgane sich mit seinem Knäuel eng dem Bauchgefäss anschmiegt. Letzteren Unterschied benutzte Claparède zur Diagnose beider Familien. Von den vom Rückengefäss der Regenwürmer absteigenden Schlingen gehen ausser den subkutanen Aesten im Allgemeinen auch die intestinalen aus; mehr vorn, besonders in der Gegend der Ovarien entspringen letztere direkt vom Rückengefäss, der Aorta von Morren, und stellen bis zu sieben oder acht Paar starker, ungetheilter, sehr muskulöser Stämme dar, kontraktile Oesophagealbögen, welche gerne rosenkranzartig

erscheinen und das Blut direkt in das subintestinale System treiben. Der subkutane Bauchstamm ist sehr kontraktil.

In der Unterordnung tubikoler Polychäten hat Quatrefages die Gattung Aphlebina gebildet und später gegen Apneumea vertauscht, Polycirrus Grube, welche den höher stehenden Terebellen sonst angeschlossen, wie durch Mangel der Kiemen, so der Blutgefässe sich von ihnen unterscheidet. In der Leibeshöhle je hinter der Basis der Füsse gelegene Wimperbänder sollten das Blut der Leibeshöhle treiben. Nach Claparède geschieht die Blutbewegung nur durch die muskulöse Leibeswand, so auch in den Tentakeln. Bei A. haematodes enthält die Flüssigkeit schön rothe, bei A. pallida blassgelbe Scheibchen von 10—13 μ, und so stimmt dieses Leibeshöhlenblut morphologisch mit dem Blut der Glycera, Capitella und des Notomastus. Die Körperchen können auch spindelförmig sein. Aber auch die ziemlich voluminösen Chaetopterus entbehren sammt den sie mit den Spioniden verbindenden Chaetopteridengattungen Spiochaetopterus, Phyllochaetopterus und Telepsavus nach Quatrefages und Claparède der Blutgefässe gänzlich. Renier hat dagegen von Chaetopterus variopedatus nicht allein ein Blutgefässsystem ganz im Detail beschrieben, sondern auch ein Herz, links liegend mit Vorhof und Kammer und die rhythmischen Pulsationen noch fortsetzend, wenn von dem Wurme abgetrennt. Auch andere niedrigste Formen, wie Capitella capitata Grube, der Lumbricus capitatus des Fabricius, rücken in Betreff des Gefässsystems unter das Maass der Oligochaeten. Bei jener Art entsteht die schöne rothe Farbe, wie schon van Beneden wahrnahm, durch Myriaden rother Körperchen von 12 μ Grösse in der Periviszeralflüssigkeit, welche nach Gegenbaur Reste von Embryonalzellen sein sollten und nach Ray Lankester wie bei Glycera Haemoglobin enthalten. Diese Flüssigkeit umspült den Darm und hat um so mehr die Rolle eines Blutes als der Hautschlauch die eines Herzens spielt in rhythmischen von hinten nach vorn wellenförmig fortschreitenden und dabei abnehmenden, jeweilig zwischen zwei Einschnürungen eine Blähung umfassenden Kontraktionen. Ein Gefässsystem fehlt gänzlich. Bei den verwandten Notomastus Sars sind jene rothen Körperchen 20 μ gross und lassen wie die vorigen mit Essigsäure stets einen Kern erkennen; bei Dasybranchus Grube findet man ausser solchen rothen Körperchen von 26 μ grosse zusammengeballte Kerne von 8 μ Grösse, neben welchen Elementen dann die Hoden in der Periviszeralhöhle flottiren.

Für die zunächst gestellten Ophelien ist schon von delle Chiaje, gänzlich missverstanden von Costa und genau von Claparède das Blutgefässsystem beschrieben worden. Der Dorsalstamm liegt wenigstens in der Abdominalgegend, der Ventralstamm überall dem Darm an. Wie jener sind zwei Verbindungsschlingen des neunten Segmentes kontraktil. Letztere führen das meiste Blut zum Ventralstamm, so dass davor die beiden Haupt-

stämme sehr fein werden. Der dorsale geht bis zum Hirne und verbindet sich durch zahlreiche Schlingen und zwei grössere rücklaufende Seitenstämme mit dem ventralen. Die Gefässe, besonders das Rückengefäss und die Schlingen, vorzüglich in der Periviszeralabtheilung des Kopfes, sind mit Hunderten von blinden Anhängen besetzt und am letzten Thorakalsegment sind zwei von diesen durch ihre Grösse ausgezeichnet. In der Abdominalgegend, liefern die jedem Segment in einem Paar zukommenden Schlingen zugleich die Gefässe für die vierzehn Kiemenpaare. Solche tragen an ihrer Wurzel ein reiches Büschel kontraktiler Coeca, welche den Kiemenkreislauf sehr unterstützen.

Costa fand, wie er meinte, in den Blutgefässen, besonders dem dorsalen, und endlich als Pfropf im Herz angesammelt eigenthümliche Körperchen. Kowalevsky sagte, sie lägen in der Leibeshöhle und seien Haufen von Lymphkörperchen, welche ein selbstständiges Chitinskelet in Form eines gebogenen und an beiden Seiten kolbenartig angeschwollenen Stabes enthielten, und von welchen er Uebergangsstadien zu einfachen Lymph- oder Blutkörperchen verfolgt habe. Nach Claparède enthält die Leibeshöhle zwei Arten von Körperchen, solche, welche von Gestalt amöbenartig, deren pseudopodische Strahlen aber unbeweglich sind, von 11—28 μ Grösse und andere von 30—250 μ Länge, so dass sie mit blossem Auge wahrgenommen werden. Diese letzteren ähneln den ersteren, aber sie sind durch zahlreiche Blasen mehr areolär und sie schliessen den gedachten durch konzentrische Schichten anwachsenden Stab ein, welcher in Essigsäure und Salpetersäure vollständig unlöslich ist.

Bei Polyophthalmus treibt ein orangerothes Dorsalgefäss das Blut nach vorn und verbindet sich in jedem Segment durch ein Schlingenpaar mit dem nicht kontraktilen, dickwandigen der Ganglienkette aufliegenden Bauchgefäss; vielleicht giebt es ausserdem noch ein anderes dem Segmentalnerven anliegendes Schlingenpaar. Im achten Segment bilden jene Schlingen stark erweitert die Lateralherzen, welche die grösste Menge Blut vom Rücken zum Bauch treiben. Vor dieser Stelle ist das Rückengefäss sehr fein und wurde ein medianes Bauchgefäss weder von Quatrefages noch von Claparède gefunden, so dass für den ventralen Theil die Gefässe von jenen Schlingen dependiren. Zwei Seitenstämme laufen längs der Borstenimplantationen und sind stark gekräuselt; der Darm hat einen besonderen ventralen Stamm.

Bei den Arenikoliden, welchen verästelte Kiemen an den mittleren Segmenten zukommen, so bei Arenicola marina Linné, piscatorum Lamarck an dreizehn, nach Cuvier an fünfzehn, während davor sechs borstentragende und dahinter eine borstenlose Schwanzpartie kiemenlos bleiben, bildet nach den schon von Cuvier mit einer reizenden Beschreibung begonnenen, durch mehrfache Unklarheiten gestörten, vorzüglich von Milne Edwards,

Grube, Claparède vervollkommneten Untersuchungen das im mittleren Theile kontraktile Rückengefäss an dem vorderen Magenabschnitt, mit den Bogen vom subintestinalen Stamme zusammentretend, einen weiten Sinus. Dieser hängt jederseits auch mit dem ventralen Unterhautstamm zusammen durch ein starkes absteigendes Gefäss, in dessen Verlauf sich eine ovale kontraktile Tasche findet, so dass sich zwischen das dorsale Gefässsystem und das untere Unterhautgefässsystem ein wahres Herz einschiebt. Jeder röhrenförmige Kiemenzweig erhält eine einfache Gefässschlinge ohne irgend welche Nebenverbindungen, wie solches auch für andere Familien z. B. die Spionidae gilt. Erst vom sechsten unter den Kiemen tragenden Segmenten ab erhalten die kiementragenden Höcker diese ihre Gefässschlingen auf normale Weise wie in der Präbranchialgegend, vom Ventralgefäss entspringend und epibranchial direkt zum Dorsalgefäss gehend, in den weiter vorn gelegenen, Kiemen tragenden Segmenten geschieht der Rückfluss zunächst in das mediane Unterdarmgefäss. Cuvier sah wohl auch das verschiedene Verhalten der Segmente, aber er scheint Rücken und Bauch verwechselt zu haben, er spricht von zwei dorsalen und einem ventralen medianen Stamm. Nach ihm theilt sich das subintestinale, seiner Meinung zufolge dorsal dem Darm anliegende Gefäss, seine Hohlvene, in zwei Aeste, von welchen ein wundervolles Netz mit purpurrothem Blut den gelben Darm überzieht. Jede Gefässschlinge hat ein kontraktiles Blindsäckchen.

Bei den Cirratuliden, für welche seitliche und dorsale Kiemen angenommen werden, möchte Claparède den Begriff der Kiemen von der Anwesenheit einer komplizirten Zirkulation abhängig machen und so auf die seitlichen beschränken, die dorsalen Kiemen Anderer aber Tentakelfäden nennen. Kinberg nannte sie Tentakelkiemen.

In den echten Kiemen sind die beiden Gefässe durch zwei Reihen dünnwandiger, nicht pulsirender, sehr feiner, fast mit der äussersten Cuticula in Berührung tretender Schlingen verbunden. In den Tentakelfäden ist nur je ein blindes, unverzweigtes, dickwandiges Gefäss zu sehen, dessen Kontraktionen das Blut hin- und hertreiben wie in den Tentakeln der Spioniden, Amphiktenien und Pherusien oder den seitlichen Antennen der Staurocephalen. Vom neunten Segment an nach vorn bei Cirratulus chrysoderma, vom dritten bei C. filiformis ist das Dorsalgefäss ganz eng und das Blut muss von hier zum grössten Theile in den Lateralgefässen zurücklaufen, ohne den vorderen Körperabschnitt zu erreichen. Von den Lateralgefässen empfangen die Seitenkiemen ihre Stämme und entsenden ihre Venen oder Epibranchialarterien zum Bauchgefäss. Vor jener Stelle giebt es keine wahren Kiemen, sondern nur, vielleicht vom Bauchgefässe mit einfachen, blinden Zweigen gespeiste Tentakelfäden. Bei den Audouinia giebt Claparède, mit Keferstein stimmend, ebenfalls diese Seitengefässe und mehr ventralwärts noch ein zweites Paar an, jeder Seite

unter einander und mit dem Rückengefäss durch zahlreiche anastomotische Netze verbunden, endlich noch untere Darmgefässe. Die Existenz lateraler Gefässe schliesst demnach ein medianes dorsales nicht aus, nur ist letzteres zuweilen mehr versteckt; jene treten in dienlicher Weise auf in Verbindung mit grösserer Bedeutung und Kombination seitlicher Theile zu gemeinsamer Arbeit.

Wenn die Kiemen zu einem Paare vorderer Büschel zusammentreten, und so Kopfkiemer, Capitibranchen, entstehen, modifizirt sich das Gefässsystem entsprechend. Es war ein Irrthum von O. Schmidt, die Kiemen der vorn und hinten Augen tragenden Fabricia oder Amphicora sabella Ehrenberg für hinten stehend anzusehen, so dass er eine Unterordnung der Schwanzkiemer bildete. Für diese nahm er an, dass in das Rückengefäss, welches allein pulsire, von den Kiemen rein arterielles Blut trete. Vor den Kiemen, nach seinem Verständniss, mische sich das von diesen kommende Blut mit dem des Bauchgefässes in zwei kugligen Behältern, den Herzen Ehrenberg's, welche aber nicht pulsirten. Der dorsale Stamm werde nur vorn und hinten, also an den beweglicheren Theilen des Körpers, frei von der Darmwand und die beiden Hauptstämme seien vorn und hinten durch Gabelung, sonst durch Querschlingen verbunden. Wirklich trägt dagegen Sternaspis, welcher noch von Quatrefages zu den Gephyrei armati gestellt wurde, die Kiemen in zwei Büscheln hinten. Die Kiemen erhalten hier ihre Gefässe durch zwei Hauptäste in Gabelung des Dorsalstammes. Jedes Gefäss stützt sich auf einen längsfaserigen Längsstab, umhüllt von einer Scheide aus queren Bändchen, jedes mit einem grossen Kerne, und ist mit diesem Skeletstabe zusammen umschlossen von einer in Ringe getheilten Muskelhülle.

Der kapitibranche Charakter wird im System eingeleitet durch ungleichmässige Vertretung der Kiemen am Leibe, namentlich Ausbildung nur an einem vorderen oder mittleren Abschnitte.

In der Uebergangsgruppe zwischen Maldanien und Serpuliden, den Ammochariden, wird bei Owenia filiformis Chiaje das Kiemennetz hergestellt durch eine Auflösung des Rückengefässes in eine Reihe von Aesten am ersten hakentragenden Ringe. Der dorsale Stamm ist sehr weit und umschliesst den Darmkanal, so dass dieser nur sichtbar wird, wenn durch die nach vorn fortschreitenden Kontraktionen die rothe Blutwelle etwas abschwillt. Zahlreiche Schlingenpaare bis zu fünfunddreissig in einem einzigen grossen Segmente verbinden Rückengefäss und Bauchgefäss und besitzen nahe dem Abgange vom Bauchgefäss eine Ampulle. Bei der Mehrzahl der Serpuliden ist es das Bauchgefäss, welches den Darm scheidenartig umhüllt, aber bei Dasychone Lucullana Chiaje und Protula Dysteri Huxley tragen die Verbindungsschlingen je eine ganze Reihe blinder kontraktiler, zum Theil verästelter Anhänge.

Bei den Terebelliden, bei welchen noch eine mässige Anzahl vorderer Segmente jederseits mit verästelten, kammförmigen oder fadenförmigen Kiemen versehen sind, ist nach den vortrefflichen Beschreibungen von Milne-Edwards das Rückengefäss im Vorderkörper sehr erweitert, spindelförmig, stark kontraktil, vorn und hinten am Darm befestigt. Es schickt von seinem vorderen Ende einen Ast an jede Kieme, und wird deutlicher als bisher zu einem Kiemenherz; das aus den Kiemen in das Bauchgefäss und deren weitere Anhänge strömende Blut wird dagegen hauptsächlich von den mit Expansionen rhythmisch wechselnden Kontraktionen der Kiemen selbst getrieben. Das Blut gelangt in jenes Kiemenherz oder, wie Milne-Edwards sagt, Lungenherz nicht allein aus dem schwachen hinteren und dem mittleren Abschnitte des Dorsalstammes, sondern auch und am meisten überwiegend bei Terebella conchilega, aus zwei besonders erweiterten, den Magen ringartig umfassenden Verbindungsbögen vom Subintestinalstamm, von deren Eintrittstelle ein medianer Zweig die Pharyngealpartie des Verdauungskanals versorgt. Die Querschlingen des Rückengefässes sind gross und locker, so dass sie in der Periviszeralhöhle flottiren.

Bei den Pherusiden fand Claparède für Stylarioides monilifer Chiaje die Besonderheit, dass die Seitenschlingen in den Segmenten für rechts und links nicht im gleichen Niveau von dem Bauchgefäss abgingen, eine Asymmetrie vielleicht in Verbindung mit der Entwickelung des langen die Kiemen tragenden Stiels oder der unpaaren vorderen dem Magen anliegenden Drüse. In den Kiemen sieht man zwei Gefässe. Indem die Geschlechtsdrüsen sich dem Bauchgefäss dicht anlegen, bildet ein Gefässstämmchen den Stiel der einzelnen Geschlechtsdrüsen und seine blinden ampullenartigen, pulsirenden Aestchen, in den Hoden selbst über Tausend an Zahl, bilden in die Läppchen eintretend eine zierliche Traube. Das Blut ist wie bei den meisten Sabelliden grün.

Bei dem verwandten Chloraema spaltet sich das dorsale Gefäss in der erweiterten mit der Leberschicht bekleideten Partie des Verdauungskanals; jeder Einzelstamm legt sich eng an das Verdauungsrohr an und empfängt dessen starke Venen. Am Oesophagus treten sie wieder zusammen und der weite kontraktile Stamm bildet nun ein venöses Herz, welches das Blut in die Kiemen treibt, und noch durch einen schwachen, nur Muskel- und Hautgefässe empfangenden Ast mit dem hinteren Theil des Rückengefässes, der Vena cava des Quatrefages, in direkter Verbindung steht. Es ist hiermit der Anfang der Spaltung der medianen Hauptstämme gemacht, von welcher nachher weiter zu reden ist. Für einen echten Kopfkiemer, die Serpulide Amphiglena Armandi Claparède, giebt zwar der Entdecker neben einem kontraktilen Bauchgefäss zwei seitliche dem Darm anliegende Stämme, sowie kontraktile einfache Gefässe für die Kiemen mit wechselnder Hin- und Herbewegung des Blutstroms an. Derselbe meint danach jede

bei seiner Fabricia Armandi, dass zwei ventrale Längsgefässe vielleicht nur Ausdruck eines einfachen, den Darm umhüllenden Gefässes gewesen seien, welches eine Querschlinge für jedes Segment besitze. Auch während Grube für Myxicola ein Dorsalgefäss, ein Ventralgefäss und ein Gefäss ventral den Darm begleitend angab, beruht das nach Claparède auf Täuschung und diese Gattung hat, wie die anderen Serpuliden, nur das Bauchgefäss. Die beiden anderen werden durch einen weiten kontraktilen Sinus ersetzt, in dessen Innerem der Darm liegt und welcher nur mit zwei longitudinalen Erweiterungen sich so gegen die Darmwand drängt, dass man glauben könnte, es gäbe hier ein doppeltes Rückengefäss. Für die Kopfkiemer bleibt in Betreff der Hauptstämme am ersten noch eine Lücke.

Wenn, wie bei Amphicorinen, Serpulinen, Sabellinen die Kiemen von einem knorpelartigen Faden gestützt werden, so dient ein solcher zur Stütze der in die Kieme eindringenden Abtheilung der Periviszeralhöhle und des in dieser liegenden, der Scheide jenes Knorpelfadens anhängenden einfachen Blutgefässes, welches, wie Grube schon 1838 für die grosse Spirographis Spallanzanii Viviani beschrieb, das Blut wechselnd vor und zurück treibt. Der Rückenstamm und der Bauchstamm bleiben bei allen Kopfkiemern bis vorn umfänglich und hier erweitert sich der Rückenstamm zu einem Sinus an der Basis der Kiemen.

Indem die Hermelliden zungenförmige Kiemen am Rückenrande der meisten Segmente des Vorderleibes, Thorax und Abdomen im Gegensatze zu der fusslosen undeutlich segmentirten Kaudalregion, tragen, nähern sie sich den Rückenkiemern, als welche in der Regel die freischwimmenden Anneliden erscheinen, den Errantia. Quatrefages findet grade in dem vorderen Abschnitte der Abdominalgegend von Hermella den Typus, von welchem die verschiedenen Gefässentwickelungen der Anneliden abgeleitet werden können, einen oberen und einen unteren Stamm auf jeder Seite, zwischen beiden eine Kieme, gespeist von Aesten aus dem oberen Stamm, Vena cava, und das Blut an den unteren Stamm, Aorta, zurückgebend, welcher es dann an die Gewebe sowohl in den Bauchwänden als den Füssen abgiebt, von welchen es endlich zum Dorsalstamm zurückkehrt. Die Kommissur zwischen Rücken und Bauch wird durch die Kieme hergestellt. Die Richtigkeit der angenommenen Blutbewegung angenommen, sind die Titel für die Gefässe nicht besonders zutreffend. Die Aorta von Quatrefages entspräche etwa der Aorta recurrens der Fische, aber seine Vena cava würde ebensowohl die Aorta primaria der Fische als die Vena cava enthalten, zwischen welchen das sie trennende und die Unterscheidung ermöglichende Herz fehlt. In den gedachten Segmenten werden bei Hermella die ventralen Seitenstämme durch eine Querbrücke ohne alle Aeste und so nur mit dem Effekte der Kommunikationsherstellung, verbunden und damit ist der Anfang für die verschiedenartigsten Verhältnisse auf dem Wege zur

Verschmelzung der dorsalen und ventralen paarigen, lateralen Stämme zu einem unpaaren, medianen gegeben. Schon bei Hermella kommt diese Ver-

Fig. 188.

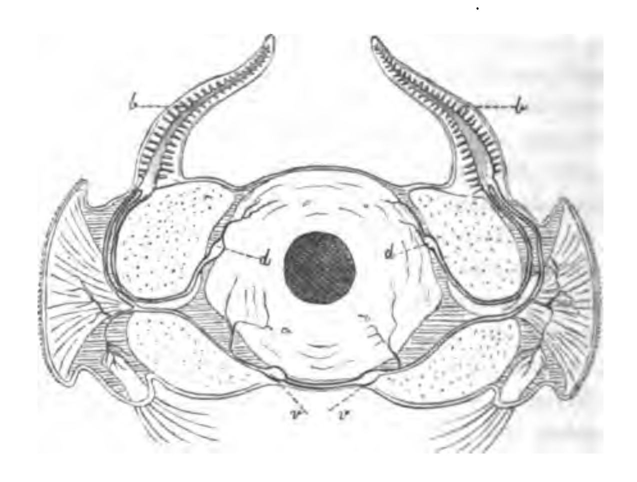


Diagramm des Blutgefässsystems in einem Durchschnitt des dritten Abdominalrings von Hermella alveolata Linné aus der Nordsee, etwa 25mal vergrössert.
b. b. Kiemengefässe. d. d. Dorsale symmetrische Hauptstämme. v. v. Ventrale symmetrische Hauptstämme.

schmelzung in der sogenannten Pektoralgegend und in der Kaudalgegend dorsal und ventral zu Stande. Bei Marphysa sanguinea Mont., einer Eunicide, verschmelzen die dorsalen Stämme erst in der Nähe des Rüssels zu einem die Summe jener weit übertreffenden, also einen für Irrigation brauchbaren Sinus bildenden Stamme und bei Leucodore nasuta findet sich dorsal eine vordere, ventral eine hintere Verschmelzung. Bei der bekannten grossen Nephthys Hombergii Aud. Edw. bleiben wenigstens die ventralen Stämme gesondert, aber bei den meisten freilebenden wird, wie bei den meisten Sedentären, die volle Verschmelzung erreicht. Als das Urprinzip würde sich, wie wir meinen, demnach die Gegenwart der symmetrischen Stämme nur aus dem Grunde verstehen lassen, dass die Ausbildung grösserer Stämme überhaupt hervorgehe aus der Mehrzahl kleinerer. Wir haben jedoch oben gesehen, dass laterale Stämme neben medianen vorkommen können, so dass man ebensowohl von einer Beschränkung des medianen in denjenigen Fällen reden kann, in welchen laterale Kommissuren bei starker Ausbildung der seitlichen Organe so ausgedehnt werden, dass sie zur Uebernahme der ganzen Funktion der Längsstämme sich eignen. Bei Staurocephalus sind übrigens von den drei scheinbar ventralen Stämmen die beiden seitlichen von Claparède als „negativ gewordene", verdoppelte aber kontraktil gebliebene dorsale angesehen worden. Die Verschiedenheit zu

in Verbindung stehen mit besserer Ausbildung der Intestinalgefässe, welche die medianen Hauptstämme und selbst deren Beschränkung auf einen begünstigen dürfte. Solche fehlen nach Quatrefages allen kleinen, aber auch einem Theil der grösseren. Für die Lumbriconereiden hat Claparède dem wenigstens nicht ausdrücklich widersprochen, wohl aber für die Euniciden, indem er grade bei Staurocephalus ein reiches Darmkapillarnetz und dessen Wurzeln angiebt.

Kontraktile Coeca kommen, wie sehr häufig bei echten Sabellen, so auch am Gefässsystem der Vagantien vor, bei den Nereiden ausser in den Füssen auch in den Tentakeln. In den kolossalen seitlichen Tentakeln des Staurocephalus besorgt ein blindes kontraktiles Gefäss die Füllung mit Blut und ebenso in den langen Greiftentakeln der Polydora und der Spio, aus der Gabelung des dorsalen Stammes hervorgegangen. Von solchen blinden Gefässen und den einfachen Schlingen in den Kiemen der Spio an kann sich auch in diesen Organen, sei es eine doppelte leiterartige Verbindung des einführenden und ausführenden Stammes, wie bei Eunice, sei es, wie gewöhnlicher, ein reiches Kapillarnetz entwickeln und kann solches neben äusserer Wimperbekleidung Cirren ohne Rücksicht auf die Form als Kiemen zu charakterisiren angethan sein. Auch an der Basis der Kiemen können beachtenswerthe Gefässbüschel vorkommen und die Stellen, an welchen die Geschlechtsproduktion geschieht, können mit besonders gelagerten und gekräuselten Blutgefässen ausgerüstet sein.

Vor allen anderen Thieren geben die Anneliden den Beweis, dass die von Ehlers von den pheripherischen Apparaten unterschiedenen zentralen in allen Proportionen, Lagen und Eigenschaften sich auf das engste an die peripherischen anschliessen und mehr oder weniger an allen Stellen alles geleistet werden kann, was dem Gefässsystem überhaupt möglich ist, am seltensten Kontraktilität am Bauchgefässe.

Blutkörperchen in den geschlossenen Gefässen sind bei den höheren Anneliden nicht gewöhnlich. In einigen Fällen haben sich übrigens bei ihnen in den Gefässen Organe gefunden, welche von spezifischer Bedeutung für die Blutbereitung zu sein scheinen.

Die verschiedenen Gruppen sehr kleiner Thiere von wenig leitenden Eigenschaften, welche wir oben (p. 87 ff.) auf der Gränze zwischen Würmern und Gliederthieren behandelt haben, entbehren der Blutgefässe überall. Dass das mit geringer Körpergrösse, allerdings immer nicht allein sondern in Relation zur Lebensweise, namentlich zum Aufenthalt im Wasser, und zur Leistung, in einiger Verbindung stehe, dafür spricht, dass auch in der Klasse der Gliederthiere mit gegliederten Anhängen kleinere Arten vielfach gefässlos sind und bei nahe verwandten, zum Beispiel unter den Krebsen, kleinere Formen für den Zirkulationsapparat unvollkommener sich verhalten als grössere derselben Gruppe. Es lässt sich das ohne weitere Erläuterung mit den

Bedürfnissen in Einklang bringen. Auf den Mangel der Blutgefässe bei einigen Anneliden konnte sich auch Mecznikoff berufen, wenn er Myzostoma trotz des Gefässmangels zu den Anneliden stellte. Was die Räderthierchen von Gefässen haben, charakterisirt sich durch den Verlauf, Mündung einerseits in die Leibeshöhle, andererseits in die dem Mastdarm anhängende Blase oder den Mastdarm selbst, trotz Verzweigung und Verbreitung, durchaus als exkretioneller Natur und auch die wasserhelle Leibeshöhlenflüssigkeit mit ihren zuweilen seltsamen, wie oben berührt, stellenweise etwas zweideutigen festen Körpern, jedenfalls sehr geeignet die in ihr sich tummelnden Samenfäden lebend zu erhalten, welche in reinem Wasser rasch sterben, kann nur mit der nothwendigen Vorsicht und Einschränkung als Blut betrachtet werden. v. Siebold bewies, dass die bei den Räderthieren von Ehrenberg für an der Innenhaut anhängende Ringgefässe angesehenen Reifen die Bauchhöhle umgreifende Muskeln seien. Ehrenberg hatte auch die die Eingeweide befestigenden Bänder als Gefässe beschrieben.

Unter den Arthropoden zeigen sich, was die Organe des Kreislaufs betrifft, Arachnoiden und Crustaceen als die breiteren Abtheilungen, insofern die untersten Formen jener mit Tardigraden, Pentastomiden und Akariden und dieser mit Cirripedien und niederen Copepoden des Herzens ganz entbehren und höchstens eine blutähnliche Flüssigkeit frei in ihrem Coelom bewegt wird, die höchsten in beiden Klassen aber eine grössere Vollkommenheit der Kreislauforgane oder eine bessere Einengung des Blutes in eigentliche Gefässe zeigen als die Insekten und Tausendfüsse bei ihrer grössten Vollendung, während diese doch ein röhrenförmiges Rückenherz wahrscheinlich überall besitzen, also nie so tief degradirt werden als Arachnoiden und Crustaceen.

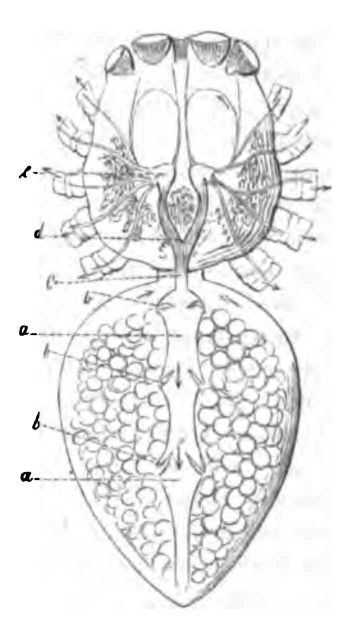
Cuvier erkannte im Anfange des Jahrhunderts den Krebsen ein Herz, wie solches Severino in der Zootomia Democritaea 1645 für die Krabbe beschrieben hatte, und Gefässe zu, und verglich ihren Kreislauf theils mit dem rothblütiger Würmer, theils mit dem bauchfüssiger Mollusken. Er fand auch, dass die längliche Herzform seiner kiemenfüssigen Krebse, im Gegensatze zu den Decapoda, einen unmerklichen Uebergang zum Rückengefässe der Insekten bilde. Trotzdem und obwohl er die Uebereinstimmung der Lage mit der des Herzens der Arachnoiden und die Kontraktion erkannte, wollte er diesem Organe der Insekten, welches Malpighi bei der Seidenraupe als eine Reihe von einander das Blut übergebenden Herzen und Lyonnet bei der Raupe von Cossus ligniperda als einen einheitlichen Kanal bezeichnet hatte, durch flügelförmige Muskelgruppen an der Rückendecke befestigt, aus welchem Swammerdam bei Heuschrecken sogar rothes Blut ausgedrückt haben wollte, nicht die Bedeutung eines Herzens, sondern nur, wie auch Marcel de Serres, die eines absondernden Organes zugestehen.

Meckel bei der Uebersetzung von Cuvier's Vorlesungen 1810, obwohl er die Bedeutung des Organs für die Bewegung der ernährenden Flüssigkeit in bestimmten Bahnen erkannte, erachtete doch das Herz auf dieser Stufe seiner Bildung als mehr einen Theil des Darmkanals als ein Organ des Kreislaufs darstellend. Er schied namentlich die früher nicht ungewöhnliche Darstellung der Luftgefässe, Tracheen, als Blutgefässe aus, und hob hervor, dass eine Reihe bestehe für die Entwickelung von geschlossenen Gefässen aus Gängen in der Substanz der Organe.

Das Strömen des Blutes hatte in durchsichtigen Füssen von Spinnen schon Leeuwenhoek, in den Gliedern von Insekten um die Mitte des vorigen Jahrhunderts schon Baker gesehen. 1812 fand Treviranus vom Herzen der Arachnoiden ausgehende Gefässe, 1825 Strauss-Dürkheim ausser den Kammern auch die Klappen des Herzens. Die Beobachtungen von Carus 1827 an durchsichtigen, im Wasser lebenden Insektenlarven, von Wagner 1832 und von anderen stellten endlich Rückenherz und Kreislauf ausser allen Zweifel.

Für die höheren Arachnoiden haben ausser den Genannten vorzüglich Gäde, Dugès, Newport, Dufour, Blanchard und Claparède Beiträge zur Kenntniss des Kreislaufs geliefert, allerdings nicht durchweg in gleicher Beschreibung und Deutung.

Fig. 189.



Organe des Kreislaufs bei einer Wolfspinne, Lycosa saccata Hahn, nach Claparède.
a. Herz oder Rückengefäss. b. Spalten desselben. c. Aorta. d. Deren Spaltung in zwei sekundäre Aorten. e. Die Stelle, wo sich die sekundären Aeste bauchwärts biegen mit Ausnahme dessen zu den Augen. Die Pfeile bezeichnen die Richtung der Blutbewegung.

Dass bei diesen Thieren der Kreislauf von einem gemeinen Gesetze der Artikulaten abweiche, indem die Bewegung nicht im ganzen Rückengefäss nach vorn, sondern in einem Theil nach hinten geht, hat nach Leydig's Vorgang für die Spinnen besonders schön Claparède gezeigt, aber es ist das für Skorpione und Verwandte weder Newport noch Blanchard fremd gewesen, und es ist solches auch für andere Artikulaten angegeben.

Die Jungen einer echten Spinne, der Lycosa saccata Hahn im Eisacke der Mutter und vor der ersten Häutung, bei welchen die abdominale Partie des Verdauungsapparates und die Ge-

schlechtsorgane noch unfertig sind, gaben durch ihre Durchsichtigkeit Claparède Gelegenheit, den ganzen Blutumlauf im lebenden Thiere zu beobachten und ausführlich zu beschreiben. Das Rückengefäss oder Herz liegt im Abdomen, der Dorsalwand sich in einem Bogen anschmiegend, vorn am weitesten, mit ventral nierenförmig ausgebuchtetem Durchschnitt. Es erweitert sich dreimal, vielleicht viermal zu seitlich paarigen konischen Vorragungen, welche nach hinten weniger entwickelt sind und ist an der Stelle der drei deutlichen Paare von Erweiterungen dorsal jedesmal mit einer schrägen Spalte versehen, durch welche bei Erschlaffung, Ausdehnung, Diastole des Herzens das Blut eintritt, durch die Körperchen merklich. Klappen haben wenigstens diese jungen Thiere nicht im Herzen; der Schluss der Spalten geschieht durch die Kontraktion der sie begränzenden Kreismuskelfasern bei Zusammenziehung, Systole, des Herzens, und hindert hinlänglich die Rückkehr des Blutes in seine früheren Bahnen. Dieser Spalten sind nach Blanchard bei den Mygalen, Vogelspinnen, wirklich vier Paare, Leydig fand dagegen bei jungen Lycosen nur zwei. Das Herz geht vorn in die Aorta über, welche durch den Stiel des Hinterleibes alsbald in den Cephalothorax gelangt, sich wieder gegen dessen Rücken erhebt, dann in zwei seitliche Stämme theilt, von welchen jederseits Aeste zu den vier Füssen, dem Unterkiefer und Oberkiefer sich hinabsenken und ein vorderster zu den Augen geht. Die etwas verschiedene Zeichnung bei Blanchard für Mygale scheint dahin verstanden werden zu dürfen, dass die mehr dorsal liegenden Arteria ophthalmica und Art. antennaris, d. i. die des Oberkiefers, obwohl sie am meisten vorn liegende Theile versorgen, gleich einer Anzahl kleinerer Stämme für die Partieen über dem Magendivertikulum und für die Muskeln des Cephalothorax, deren Lage wirklich mehr eine hintere ist, früher als die Arterien für die Füsse und den Unterkiefer von dem sekundären Aortenstamm ihrer Seite sich lösen, indem letztere noch eine Strecke in einer mehr ventral verlaufenden Fortsetzung des Stammes vereinigt bleiben.

In dieses Arteriensystem tritt allerdings das Blut in der Richtung von hinten nach vorn ein, aber es wird nur der Blutantheil dafür verwendet, welcher sich in der vor dem ersten Spaltenpaare gelegenen Abtheilung des Herzens befindet. Die Fortsetzung der Pulsationen kann besonders gut da gesehen werden, wo die sekundären Aorten von der Höhe ihres Bogens sich wieder hinabsenken.

Im Uebrigen bewegt sich im Herzen das Blut nach hinten und tritt am hinteren Ende durch eine weite Oeffnung in starkem Strom in eine Lakune, welche an der Spitze des Abdomen liegt und die Spinnwarzen umgiebt. Nach Pappenheim gäbe es keine lateralen Gefässe am Herzen, aber Claparède ist nicht abgeneigt, Treviranus beipflichtend, in bandartigen, zum Bauche absteigenden Verlängerungen der Kegel bei den

Spalten Arterien zu sehen. Dugès und Blanchard hielten solche auch für Gefässe, aber für venöse, Vasa pneumocardiaca, welche das Blut von den Lungen zum Pericardium und so indirekt zu den Spalten führten. Blanchard lässt in der späteren Abbildung bei Mygale ausserdem drei Leberarterienpaare vom Herzen entstehen. Bei Epeira ist am hinteren Ende des Herzens noch eher eine an die Arteria mediana posterior oder caudalis geschwänzter Arachnoiden erinnernde gefässartige Einengung vorhanden, bei Mygale gar nicht.

Die Verbindung des Herzens und der Arterien mit den Venen, oder den Sinus Claparède's, welche wie die Arterien eigene Wände haben und bei grossen Arten vielleicht präparirt werden könnten, geschieht überall durch Vermittlung von Lakunen. Aus der hinteren Lakune führen zwei ventrale, schon von Dugès gesehene Sinus longitudinalis zur Wurzel des Abdomen, wo sie sich verbinden. Auf jeden von ihnen stösst am hinteren Rande der Lungen ein querliegender Sinus pulmonalis posterior. An dieser Stelle begegnet das im hinteren Theil des Sinus longitudinalis von hinten nach vorn fliessende Blut einem umgekehrt fliessenden Strome im vorderen Theil, herstammend aus den Lakunen des Thorax. Beide Ströme einer Seite treten in den betreffenden Sinus pulmonalis posterior, umkreisen den äusseren Lungenrand in einem Sinus pulmonalis lateralis, um danach zum Rücken emporzusteigen, oder schlagen sich schräg über die Lunge weg, welche demnach überall von einem weiten Sinus umhüllt ist, und gelangen in die Lacuna pericardiaca in der Gegend des vordersten Spaltenpaares des Herzens. Newport hatte an den Lungen geschwänzter Arachnoiden ein Kapillarnetz beschrieben, aber Leuckart zeigte bald, dass es sich nur um Architektur der Chitinblätter handelte. Claparède glaubt daraus, dass niemals Blutkörperchen zwischen die Blätter des Lungensacks treten, folgern zu dürfen, dass nicht von den Körperchen, sondern vom Plasma die Athmung in Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabscheidung besorgt werde. Weiter rückwärts als die Sinus pulmonalis posteriores liegt jedenfalls noch ein Paar querer Sinus. Welche Richtung in diesen die Blutbewegung habe, blieb Claparède unklar, die Analogie spräche dafür, dass hier und in etwaigen weiteren, der Verkümmerung der Segmentgliederung entsprechend unvollkommenen, jedoch durch die hinteren Herzspalten angedeuteten Querbahnen der Strom vom Bauche zum Rücken und so zum Herzen gehe mit einem Blute, welches nicht der Respiration ausgesetzt worden ist.

Im Cephalothorax geben die Arterien für die sechs Gliedmaassenpaare je einen Zweig ab, welcher für die fünf hinteren ventral, für den Oberkiefer mehr dorsal gegen die Mittellinie verläuft. Diese sind als Aeste für die Rumpfsegmente zu jenen Gliedmaassen zu betrachten. Das Blut der so gebildeten sternalen Arterien tritt in Lakunen zwischen den Sternalmuskeln, welche an der Oberfläche als deren Richtung entsprechend kon-

vergirende Querrinnen zu einer jedesmal intersegmental erweiterten Medianlakune verlaufen. Nur aus deren hinterstem Abschnitte geht das Blut direkt rückwärts durch den Stiel des Abdomen in die vordere Verbindung der venösen abdominalen Sinus longitudinales. Im Uebrigen geht es nach vorn und von der Medianlakune jederseits in den queren Rinnen nach Aussen zu einer Lakune an den Seiten des Cephalothorax, welche auch das von den Füssen und dem Unterkiefer zurückkommende Blut empfängt und dann diese Mischung zum Abdominalstiele führt. Der grösste Theil des Blutes von den Augen und das vom Oberkiefer, sowie solches aus den in der Tiefe zwischen den Organen liegenden Lakunen wird in einer dorsalen Medianrinne direkt zum Abdominalstiel geleitet.

In den Füssen erkennt man bis zum Femur deutlich die Wände und die Pulsationen der Arterien, weiterhin glaubt man die sich begegnenden und nie sich vermischenden Ströme des arteriellen und des rücklaufenden Blutes nur in intermuskulären Räumen geschehend. Zuerst am unteren Ende des Femur und dann an jedem Segmente, bei jedem nachfolgenden etwas mehr vom distalen Ende entfernt findet sich jedoch eine Oeffnung von der Grösse eines Blutkörperchens, durch welche jeweilig ein Theil der Blutkörperchen vom arteriellen Strom zum venösen übertritt. Wie auch die histiologische Vollendung der Gefässe sein möge, diese Aperturae arterio-venosae fungiren gleich den queren Verbindungen echter Gefässe, welche gestatten, eine Zeit lang, also hier bei starken Knickungen im Verlaufe der Gliedmaassen, eine Provinz des Körpers aus dem Blutstrom auszuschalten, ohne üble Rückwirkung auf die Bewegung im arteriellen System und im Herzen. Auch ergiebt sich so bei dem nicht ungewöhnlichen Verlust von Stücken der Gliedmaassen sofort eine geeignete Herstellung des Kreislaufs im Ueberreste. Bei Pholcus schienen Claparède die Arteriae pediaeae sich weiter in die Füsse zu erstrecken. Die feinen Kapillarnetze, welche Blanchard, besonders in den Muskeln, gezeichnet hat, aus welchen Venenstämme das Blut in die Lakunen führen sollen und welche nach ihrem Kaliber durchaus nur Vasa serosa sein könnten, leugnet Claparède wie für die Lungen so überhaupt durchaus.

Die in allen Hauptsachen von Newport 1843 für Skorpione gemachten Entdeckungen sind von Blanchard durch Untersuchung und Injektion frischer Exemplare mehrerer Arten erweitert worden. Die Länge des Herzens hängt nach ihm stets von der des wenig längeren Praeabdomen ab. Wenn der Schwanz und die Kieferfüsse oder Scheeren stark entwickelt sind, sind auch die Herzwände kräftiger und die Herzeinschnürungen deutlicher; bei kräftigen Arten werden auch die Wände der Venen leichter nachgewiesen. Alle übrigen Verschiedenheiten sind gegenüber dem an Scorpio occitanus Amoreux nachgewiesenen Baue des Gefässsystems unwesentlich.

Das Herz liegt bei diesem Skorpion, durch Muskeln an der Rückwand des Abdomen befestigt, in einer Rinne der Leber. Es ist von einer, physiologisch den Vorhof darstellenden, schon von Treviranus bemerkten Hülle umgeben, welche den nach der Verwendung bei Wirbelthieren nicht geeigneten Namen des Pericardium erhalten hat. Es ist röhrig, etwas spindelförmig, durch Einschnürungen in acht Kammern getheilt. Unterschieden von den Rückenmuskeln, welche das Herz in seiner Lage halten, hat jede Kammer beiderseits in ihrer Mitte einen breiteren schräg nach vorn ziehenden und einen schmalen quer gerichteten Muskel, mit einigen nach hinten gehenden Fasern. Sie hängen mit dem Perikardium zusammen, befestigen sich an den Rückenplatten und heissen Herzflügel. Man unterscheidet zwei Muskellagen, eine longitudinale und eine zirkuläre, eine äussere und eine innere Bekleidung, sowie besondere Verstärkungsbänder. Die vordere Kammer und die beiden hinteren engen sich ein zu den ausführenden Gefässen. Jede Kammer hat dorsal jederseits eine schräge in das Perikardium führende Spalte, Aurikuloventrikularöffnung, und an dieser eine Falte der Wand, welche, etwas nach hinten gerichtet, bei Druck des Blutes von Innen genau die Spalte schliesst, Herzklappe.

Das Herz geht vorn in die Aorta, hinten in die Schwanzarterie über und entsendet aus jeder Kammer Seitenäste. Die Arterien haben den histiologischen Bau des Herzens. Die Aorta tritt in den Cephalothorax, umfasst sich gabelnd das Hirn hufeisenförmig, versorgt vom Stamm den vorderen Theil der Leber, den Magen und benachbarte Theile, von jenem Bogen seitlich Füsse, Mundwerkzeuge und Augen und aus seiner Mitte die Nervenganglienkette mit einer rücklaufenden ventralen, von Treviranus und Müller verkannten Arteria spinalis, welche durch zwei Kommunikationen aus der hintersten Herzkammer am Ursprung der Schwanzarterie einen neuen Blutimpuls für ihren weiteren Verlauf bis zum fünften Schwanzringe empfängt. Auch für den Skorpion beschreibt und zeichnet Blanchard feinste Arterienäste; an den Augen fänden sich Büschel von so feinen Gefässen, dass sie nur bei sehr starken Vergrösserungen darstellbar seien. Die hinteren Leberarterien entspringen vom Herzen und versorgen auch den Darm. Die Schwanzarterie, Arteria uroidalis Blanchard, theilt sich mit der A. spinalis in die Versorgung der Schwanzmuskulatur. Der Uebergang von den Arterien zu den Venen geschehe in geordneten, von Bindegewebe umsponnenen und von Epithel ausgekleideten Wegen, wenn diese auch nicht gleich den Kapillaren höherer Thiere von den umschliessenden Organen ablösbare Wände hätten. Aus ihnen kommt das Blut zu den Venen, von welchen die grösseren Spuren von Membranen, die Lungenvenen aber, welche das Blut aus querlaufenden, intersegmentalen Aesten empfangen und zu den Lungen bringen, wirkliche Wände haben. Die Venen verlaufen besonders unter den Kämmen der Scheeren, der Füsse,

des Schwanzes, unter welchen der Raum nicht mit Muskeln gefüllt zu sein pflegt. Das venöse Blut des Cephalothorax sammelt sich in zwei Kanälen, welche ebenfalls am Anfang des Abdomen in die Lungenvenen übergehen. Ein Theil der Venen der Leber geht nicht direkt in die queren Gefässe, sondern erst in grosse Sinus, Gefässe von unregelmässiger Weite, besonders an den Seiten des Organs als Canales venosi viscerales, welche auch Blut vom Schwanz aufnehmen und ihren Inhalt in die Canales transversi ergiessen.

Die zu den Lungen führenden Gefässe, Vasa pulmonaria, wie vorn aus den cephalothorakalen entspringend, so hinten in den grossen Schwanzvenen sich fortsetzend, umfassen die in vier Paaren vorhandenen Lungentaschen dorsal und seitlich als Säcke oder weite Kanäle, während sie in den Zwischenräumen zwischen den Lungen eingeengt sind. Ventral verbinden sie sich mit den Quervenen. Indem jede Lunge aus sogenannten Blättern, in der That aus einer Anzahl platter an einander liegender, gegen das Luftloch kommunizirender Säcke besteht, die Wand dieser Säcke eine doppelte, aber von den beiden Membranen nur die innere, sehr dünne, an der Basis befestigt ist, während die äussere frei in dem Raume der Lungenvenen spielt, tritt nach Blanchard das Blut in das areoläre Gewebe zwischen jenen beiden Membranen, wo es flächig ausgebreitet der Oxydation unterzogen wird. Die Lungenvenen haben zu den Lungen die Beziehungen der Lungenarterien der höheren Thiere, da sie aber weder deren Bau noch deren Ursprung vom Herzen haben, sondern in den grossen Kreislauf eingeschaltet sind, kann man ihnen nicht wohl diesen Namen geben, wie wir es auch an anderen Stellen nicht besonders förderlich finden, bei Gliederthieren von Aortenbögen, Hohlvenen und Pfortadern zu sprechen.

Aus den einzelnen die Lungen umfassenden venösen Säcken, welche sowohl durch die Längskommissuren der Lungenvenen als durch die Quervenen von der Basis her gefüllt wurden, tritt das Blut an der dem Körperrande zugewendeten Spitze in die Vasa pneumocardiaca, welche, es querüber in den Perikardialraum bringen, also Lungenvenen mit arteriellem Blute im Sinne der Wirbelthiere darstellen. Ihre Zahl entspricht der der Herzspalten, indem auf die erste Lunge jeder Seite drei, auf die zwei mittleren je eine, auf die letzte zwei kommen.

Blanchard zählte nach Bloslegung des Herzens des Skorpions mindestens 40—50 Kontraktionen desselben. Die sechs vorderen Kammern erweitern, die zwei hinteren verengern sich von vorn nach hinten, jene treiben das Blut in die Aorta, diese in die Schwanzarterie. Der Punkt, von welchem die divergenten Bewegungen ausgehen, liegt demnach viel weiter zurück, als bei den Spinnen. Newport hebt hervor, dass die sechste Kammer die weiteste und stärkste sei.

Bänder, welche vom Perikardium zu den Lungensäcken hinabsteigen, übertragen die Herzkontraktionen auf die Lungengefässtaschen, so dass diese jedesmal zusammengedrückt werden und das Blut leicht an den Seiten des Körpers hinauf, in das Perikardium und durch die Spalten in das Herz zurücktritt.

Das Blut des Skorpions ist gelblich, gerinnt an der Luft, enthält ziemlich viele rundliche Blutkörperchen von 6—10 μ und andere viel kleinere.

Für Thelyphonus giebt die Zeichnung von Blanchard nur sechs Paar Herzspalten an, obwohl es jederseits sieben Vasa pneumocardiaca giebt. Diese Gefässe haben einen durchaus queren Verlauf, indem sie das Blut nicht direkt von den nur in zwei Paaren gegebenen Lungen, sondern jederseits aus einem von diesen entspringenden longitudinalen lateralen, dem ventralen Lungengefässe parallelen Stamm empfangen. Es werden also diese Gefässe in Zahl und Ordnung viel mehr von der Metamerie des ganzen Rumpfes, als von der speziellen Vertretung der Athemwerkzeuge bestimmt, was auch auf den Skorpion zu übertragen ist. Die Aorta ist der Länge des Cephalothorax entsprechend hier viel länger; bei der Verkümmerung des Schwanzes fehlen die Kommissuren der Arteria spinalis mit der uroidalis, alle übrigen Differenzen erscheinen unbedeutend.

Phrynus hat nur sechs Herzkammern und Spaltenpaare und ist das Herz vielmehr konisch mit der Basis nach vorn. Die Aorta theilt sich lange bevor sie das Gehirn erreicht, aber an diesem sind die beiden Bogen durch eine Querbrücke verbunden; mit dem Fehlen des Schwanzanhangs beschränken sich die Arteriae spinalis und uroidalis. Sechs Vasa pneumocardiaca entnehmen wie bei der vorigen Gruppe das Blut aus einem Lateralgefässe.

Nachrichten über die Kreislauforgane der Galeodes fehlen so ziemlich wie solche über den der Pseudoscorpione. Jedoch benutzte Léon Dufour, als Anhänger der Theorie von Cuvier, noch 1858 die Untersuchungen über Galeodes um die Gefässzirkulation der Tracheaten zu negiren, das Rückengefäss als ein Coeur vestigiaire bezeichnend, gleich dem Herzen des Skorpions, ohne zirkulatorische Funktion und ohne Gefässverbindung zu den benachbarten Geweben.

Bei den Opilioninen hat das zarte Herz nur drei Kammern und Spaltenpaare; es giebt eine Aorta, aber deren Aeste lassen sich nicht so vollständig verfolgen, als bei den Ordnungen mit grösseren Arten. In einem hinten in das Herz mündenden Gefässe will Blanchard die Vertretung der Canales pneumocardiaci gefunden haben, schwerlich mit Recht.

Was Milben betrifft, hat Claparède in der Entwickelung der Schmarotzermilbe der Unio-Muscheln, seines Atax Bonzi, zwischen dem

Embryo und der von der Keimhaut nach Aussen abgesonderten und von ihr in einer Art erster Häutung sich abhebenden „Zwischenhaut“ kriechende amöbenartige Gebilde als wahre Blutkörperchen angesehen und Haemamöben genannt. Solche zeigen sich auch in den abzulegenden Scheiden sich häutender Gliedmaassen. Indem er ferner annimmt, dass unter Fehlen eines Eileiters beim erwachsenen Thiere die Vulva direkt in die Leibeshöhle führe, und meint, dass aus der Scheide entleerte Tropfen zum Theil von Blut mit solchen Blutkörperchen gebildet werden, nimmt er an, dass hier Körperchen aus der Leibeshöhle austreten. Diese Hämamöben messen 5—15 μ, sind grob granulirt und gekernt. Sie fanden sich auch bei meiner nicht im Wasser lebenden Gattung Listrophorus. Claparède schreibt ihnen wegen ihrer eigenen Bewegung bei Mangel von Herz, Gefässen, Flimmerorganen. Kontraktionen der Leibeswand eine grosse Rolle zu. Der Autor scheint mir nicht hinlänglich die Schwierigkeit beachtet zu haben, welche darin liegt, dass dieses sogenannte Blut in den zunächst gedachten Fällen nicht die Organe im Körper, sondern den lebenden Körper auswendig umspülen würde, nur bedeckt von abgehobenen Chitinabsonderungen. Diejenigen Fälle, in welchen er Amöben zwischen allen Organen kriechend zu sehen meinte, würden deshalb leicht in Verdacht kommen, ein davon Verschiedenes nicht zu sein. Ich habe jedoch bereits acht Jahre zuvor, 1860, für die Zecke, Ixodes ricinus, beschrieben, wie nicht allein die Flüssigkeit von genossenem Blute durch die Darmwände in die Leibeshöhle unter Mitnahme aufgelösten Farbstoffes diffundirt, sondern auch in dieser farblose, dem Thiere angehörige, granulirte Blutkörperchen ohne Bewegung äusserer Theile, vielleicht durch die Thätigkeit der Hautmuskulatur, vielleicht durch die Kontraktionen des Darmes mit erschüttert, ziemlich rhythmisch bis in die Beine hinein getrieben werden, ohne dass ihnen bestimmte Wege vorgezeichnet sind. Es ist durchaus nicht undenkbar, dass gewisse Muskelbündel unter der Rückendecke als auch bei Milben die Anfänge einer Herzbildung darstellend entdeckt werden. Ich habe ferner 1862 bei Argas reflexus mit Zellenhaufen besetzte Tracheenknäuel besonders neben den hinteren Magenhörnern in Beziehung mit der Blutbereitung gedacht. Bei Listrophorus aber hatte ich der Ausscheidungen auf der Haut unter der abzulegenden Chitinhaut erwähnt, welche verglichen werden können solchen bei Krebsen. Es mögen in solchen Zeiten und in der Entwickelung auch lebende Oberhautzellen frei werden und sich im Zwischenraume bewegen.

In der Leibeshöhlenflüssigkeit der Pentastomen will van Beneden rundliche Körperchen gefunden haben; das von ihm vermuthete Rückengefäss ist allerdings von Leuckart nicht bestätigt worden.

So sind auch die Angaben von C. A. Schultze, welcher bei den Tardigraden, speziell Macrobiotus Hufelandii, ein Rückengefäss und Seitenstämme beschrieb, von Doyère und v. Siebold widerlegt worden.

Es handelt sich nur um Lakunen, in welchen grosse Lymphkugeln sich bewegen, dieses schneller, je lebhafter das Thier ist, und nach Greeff mit ruckweisem Beginne bei Erwachung aus Erstarrung.

Nach Newport haben die Myriapoden im Allgemeinen die Zahl der Herzabtheilungen oder Kammern gleich der der Körpersegmente, etwa mit Ausnahme des Kopfsegmentes und der hintersten Segmente, dabei wohl auch im vorletzten Segmente die Skolopender zwei, während bei Juliden jede Abtheilung durch Verschmelzung von zwei primären entsteht, entsprechend der in den Ventralplatten erhalten bleibenden Zweitheiligkeit der einzelnen Segmente. Besonders grosse Kammerzahlen erreichen somit die Myriapoden mit grossen Segmentzahlen: die Geophilidengattung Gonibregmatus Newport nicht weniger als 160, die Julidengattung Spirobolus Brandt 73. Die Erweiterung der Herzkammern wird wie bei Arachnoiden und Insekten durch die Muskulatur der Alae cordis, die Kontraktion durch die eigenen Herzfasern bewirkt. Die Kammerscheidung ist bei den Chilognatha viel weniger vollständig, die Einschnürung rudimentär. Bei den Scolopendriden kann ein mittleres Lager querer Muskeln in den Herzwänden von einem äusseren und einem inneren unterschieden werden und setzt sich solcher Bau auch auf die Arterien fort. Es giebt überall ein Perikardium. Die Spaltenpaare an den Einengungen, durch welche das Blut ins Herz tritt, glaubt Newport in Verbindung mit zartwandigen Gefässen. Die Klappen spannen sich bei Scolopendern vom Dache des Herzens bis über die Höhe der austretenden Arterien. Bei den Chilopoden giebt jede Kammer ein Paar solcher, bei den Chilognathen zwei Paar ab, systemic-arteries Newport. Das vorderste Paar dieser bildet überall einen Ring, Collare vasculare, um den Oesophagus, sogenannte Aortenbogen, welche ventral über der Ganglienkette zur Arteria supraspinalis oder Aorta descedens, recurrens zusammentreten und zugleich die Mundtheile versorgen, soweit dazu nicht noch zwei weitere aus einem dem Herzen vorne median entspringenden Gefässe, Arteria cephalica, austretende Bogenpaare mit verwendet werden, von deren ventraler Verbindung aus dann auch rücklaufend ein kleiner Stamm zur Verbindung der Aortenbogen treten kann, aber nicht, wie bei Milne Edwards, als Arteria spinalis anterior unterschieden werden sollte. Jene Aorta descendens ist dreimal so breit als die Ganglienkette und möchte nach Newport bei den Juliden vielleicht aus zwei parallelen Gefässen bestehen. Bei den Scutigeriden ist immer abwechselnd eine Herzkammer klein und eine gross, was schon in geringerem Grade den Lithobiiden zukommt, eine Einleitung zur Verschmelzung, welche eher für die Dorsalplatten und dann für die Herzkammern zu Stande kommt. Für den Rücklauf des Blutes zum Herzen erfahren wir, dass in Lithobius und Scolopendra in den Antennen der venöse Strom stets aussen verläuft, der arterielle innen. Es ist nicht nöthig auf das Einzelne der Versorgung der Theile durch eine cepha-

lische Arterie, die systemischen und die Aeste der supraspinalen einzutreten.

Ganz nach denselben Grundlagen wie das Herz der höheren Arachnoiden und der Myriapoden ist das der Insekten eingerichtet, ein Rückenherz oder kontraktiles Rückengefäss im Abdomen, dessen Kammern, Flügel und Spaltenpaare, entsprechend der abdominalen Segmentirung in der Regel acht an der Zahl, bei Larven wohl auch neun, öfter mit den Verschmelzungen und Verkümmerungen der Segmente gleichmässig verringert werden, sei es auf sechs beim Hirschkäfer, fünf bei der Hummel, vier bei Fliegen, wo jedoch für die Muszidenlarven Weismann geneigt ist nur zwei hintere anzunehmen, vorne jedenfalls sie auch bei den erwachsenen Fliegen gänzlich vermissend. Bei den Stabheuschrecken, Phasma, soll nur ein Spaltenpaar bestehen.

Die sogenannte Aorta sucht sich in einem Bogen den Weg durch die etwaigen Einschnürungen des Abdomen gegen den Thorax, giebt in diesem keine Zweige ab, und bildet auch wahrscheinlich am Gehirne keine Gabelung in wahre Gefässe, obwohl Blanchard mehrere kurze Aeste gesehen haben will. Sie ist auch im Vergleiche mit den Arachnoiden nur ein bedeutend eingeengter Theil des Herzens, ihm histiologisch ganz gleich. Im Uebrigen sind die vom Herzen ausgehenden Blutbahnen der Insekten nur ausnahmsweise röhriger Natur. Das Blut kommt in den Räumen zwischen den Organen, mannigfach verästelten und wieder zusammenfliessenden Wegen, nachdem es den von hinten nach vorn schreitenden Impuls des Herzens erfahren hat, allmählig am Bauche über der Ganglienkette, am Rücken unter dem Herzen und an den beiden Seiten nach hinten und tritt durch die grade bequemen Spalten wieder ins Herz ein. Die Bahnen in den Flügeln, schon früher besonders von Bowerbank im noch weichen Zustande studirt, sind 1871 von Moseley mit Injektionen gefüllt und dabei unter Vorbehalt der histiologischen Analyse und schwerlich mit grösserem Recht als andere Wege als Blutgefässe bezeichnet worden.

Die histiologische Beschaffenheit des Herzens ist sehr verschieden verstanden worden. Zu den von Strauss-Dürkheim beschriebenen Muskelschichten, einer äusseren longitudinalen und einer inneren zirkulären hat Burmeister aus Analogie eine innere strukturlose Schleimhaut angenommen. In den Muskelfasern fand Leydig sehr deutliche Querstreifen, in der endokardialen Lage bei Corethra-Larven Kerne; in anderen Fällen war letztere homogen. Indem die endokardiale Lage, sobald die Gefässe ihre Selbstständigkeit verloren, unmittelbar in das Bindegewebe der Organe überging, war Leydig geneigt, das Endokardium selbst nur als flächige Ausbreitung der Bindesubstanz anzusehen. Weismann sah ausser einem inneren noch einen äusseren Ueberzug, problematisch ob Membran

verschmolzener Zellen oder homogene Cuticula, fasste aber den davon umschlossenen muskulösen Apparat als eine histiologische Einheit, einen hohlen Muskel; dieses nicht allein bei den zunächst untersuchten Dipterenlarven, sondern auch bei Schmetterlingsraupen. Die Querstreifung desselben habe zur Annahme von Kreisfasern verführt. Bei der Existenz einer inneren Haut oder Scheide des hohlen Muskels ist dies so zu verstehen, dass nicht die Axe des Primitivbündels hohl ist, sondern dieses in flächiger Ausbreitung, allseitig umscheidet, in sich zurückkehrend einen Hohlraum umschliesst. Auch nimmt Weismann an, dass dieser Herzmuskel nicht aus einer Zelle entstehe, wie das ebensowenig ein anderes Arthropodenprimitivbündel thue, sondern sich aus einer grösseren Anzahl von Zellen aufbaue. Alle Kerne gehörten der Muskelsubstanz an. Auch die in das Lumen vorspringenden einzelligen Klappen Leydig's entständen nur durch solche grösseren Kerne, welche sammt umhüllender Grundsubstanz durch Abschnürung gestielt erschienen. Die ebenfalls einem Primitivbündel entsprechenden Flügelmuskeln verbänden sich dem Rückengefäss und für jede Seite unter einander durch besondere kolossale Zellen und seien nicht an der Körperwand, sondern an den Tracheenstämmen befestigt. In der erwachsenen Fliege findet Weismann jedoch im vorderen Theile des Rückengefässes eine so starke und grobe das Gefäss ringartig umlaufende Querstreifung, dass man geneigt sein könnte von einer Ringfaserschicht zu reden, und im hinteren Abschnitte Ringfasern, Längsfasern und sich durchkreuzende Züge, welchen er trotz geringer Aehnlichkeit mit Muskelfasern die Kontraktilität nicht bestreiten will, und ausserdem eine starke „accessorische" Muskellage von quergestreiften Muskelfasern in allen Richtungen, welche er als Perikardialsinus deutet. Diese Mittheilungen haben nach Allem vielleicht eine Bedeutung für Verständniss des Muskels in der Entwickelungsgeschichte, sind aber gewiss nicht angethan, die älteren Ansichten zu beseitigen, wie neuerdings auch Graber die Gliederung des Herzmuskels bestätigt hat, indem er an ausgeschnittenen Herzen die Kontraktionen der einzelnen Querringe sah. Die Querstreifung wird allerdings auch nach ihm zuweilen an unleugbaren Muskelfasern des vegetativen Apparates von Insekten vermisst. Die Auffassung Leydig's für die Intima als Bindegewebsbildung ist leicht in Verbindung zu bringen mit dem oben geschilderten Uebergehen von Gefässwänden ins Bindegewebe unter Verlust der bezeichnenden Merkmale.

Von den Herzspalten ragen manchmal Randeinstülpungen mehr oder weniger trichterförmig in den Raum des Rückengefässes, und können so nicht allein den Verschluss der Spalten bewirken, sondern sich auch zu besonderen Zwischenkammerklappen entwickeln und dabei von weiteren zelligen, blasigen Klappen ergänzt werden. Doch wird durch die Muskelkontraktion allein unter anderen Umständen sowohl der Rückfluss im Herzen als das Ausströmen aus den Spalten bei der Systole verhindert.

Die Herzkontraktionen schreiten bei den Insekten durchaus von hinten nach vorn vor. Zur Diastole des Herzens wirkt nach Graber das unter dem Herzen dachförmig ausgespannte Perikardialseptum durchaus nicht; aber, indem die Flügelmuskeln sich zugleich mit der Ausdehnung des Herzens anspannen und das Septum herabdrücken, übt dieses einen gleichmässigen Druck auf die unterliegenden Organe und das zwischen sie getretene Blut, so dass letzteres durch die Spalten im Septum und zwischen den Muskeln in den Perikardialsinus, das ist in eine dorsale Leibesabtheilung, und hier zu den Herzspalten gelangen kann. Erst mit grösserer Vollendung der Gefässe stellt sich ein abschliessendes Pericardium im Sinne der Arachnoiden her.

Die von R. Wagner, Leydig, Weismann beschriebenen Perikardialzellen haben nach Graber nicht selten gar keinen direkten Zusammenhang mit dem Herzen oder den Flügelmuskeln, sondern verbinden sich in der dorsalen Mittellinie mit der Hypodermis. Sie haben eine ungleiche Anzahl von Kernen, allerdings meist zwei, sowie Neigung zu ungleicher Theilung und scheinen Graber in ihrem mit Tracheen reich durchsetzten Kissen eine spezifische Athmung für das Blut hart vor dem Eintritt in das Herz zu gestatten. Da jedoch das Blut der Insekten nicht allein überall athmen kann, sondern auch die Organe ohne die Vermittelung des Blutes, so dürfte es sich, wenn diese Zellen überhaupt Athmung vermitteln, wohl nur um die spezielle Athmung für die Herzmuskulatur handeln und auch dann die Arbeit schwerlich eine rein respiratorische sein.

Freigelegte Herzen von Maikäfern hatten 44 bis 96 Schläge; völlig isolirt pulsirten sie zuweilen zwei volle Stunden lang, wobei die Zahl der Schläge zunächst auch zunehmen konnte. Ein Rosenkäfer, welchem das Herz an der Aorta durchschnitten war, lebte noch sieben Tage und machte Kopulationsversuche. Temperaturerhöhung bis zu einem gewissen Grade beschleunigte die Herzthätigkeit, aber Wasserbewohner ertrugen eine geringere Wärme. Bei Sphinx ligustri stieg in rapid gesteigertem Abendflug die Zahl der Herzschläge von fünfzig auf hundert und fünfzig.

Ausser durch das Herz wird das Blut durch jeden Muskeldruck im Körper vorangeschoben und es sind zuerst von Behn besondere muskulöse Einrichtungen in den Gliedern von Wasserwanzen, welche auf diese Weise als sekundäre Herzen fungiren, beschrieben worden.

Eine Behauptung von Blanchard, nach welcher das Blut normal zwischen die zwei Membranen der Tracheen trete, peritracheale Zirkulation, hat kaum in Frankreich Anhänger gefunden; insofern die innere Haut oder Auskleidung der Tracheen eine Chitinabsonderung ist, die umhüllende eine sie erzeugende Haut, hätte diese Lage des Blutes in solchem Falle einige Verwandtschaft mit der, wie oben angeführt, von Claparède auf der Oberfläche der Milben angenommenen.

Die grössere Vollendung der Organe des Kreislaufs bei den Crustaceen darf im Allgemeinen in Verbindung gedacht werden mit dem Mangel eines in dem Körper sich verbreitenden Tracheensystems und der Gegenwart der Kiemen. Die Kenntniss des Herzens und des Kreislaufs, verhältnissmässig alt, wurde erst 1827 durch Milne Edwards und Audouin für den Gang des letzteren genauer, indem diese Gelehrten in den Kiemen lebender Krabben durch Durchschneiden der Gefässe die Richtung des Blutlaufs und die Wege eingeblasener Luft feststellten.

Das Herz der kurzschwänzigen wie der langschwänzigen Decapoden, deren Kiemen zu den Seiten des Thorax oder Praeabdomen gelagert sind, ist kurz und breit, bei der Krabbe ziemlich viereckig, bei dem Flusskrebs mehr eirund; es liegt im Thorax unter der Rückendecke, beim Flusskrebs am zweiten bis dritten Fusspaar, befestigt durch Muskelbündel an der Haut und deren Skelet. Diese Muskeln besorgen gleich den Flügelmuskeln der Insekten die Dilatation oder Diastole, die eigenen Muskeln des Herzens die Systole. Das Herz ist von einem Pericardialsinus umgeben, in welchen die von den Kiemen kommenden Vasa branchiocardiaca oder Kiemenvenen mit arteriellem Blute münden. Das Blut umspült den Herzkörper und tritt durch Spalten ein. Solcher sind nach Milne Edwards eine auf jeder Seite und zwei Paare in der Decke des Herzens, nach Andern grössere oder geringere Zahlen. Jene Ungleichmässigkeit der Lage mag in der Zusammenschiebung des Herzens in dem gewölbten Rücken begründet sein. Die Spaltränder setzen sich klappenartig dem Blutrückfluss in den Perikardialsinus entgegen, während Klappen an der Wurzel der in drei Richtungen ausführenden Gefässe in umgekehrter Richtung spielen. Nach vorne bringen das Blut eine Arteria cephalica, wegen zweier Hauptäste auch ophthalmica communis zu nennen, nachher abgebogen das Hirn versorgend und zur Lippe absteigend, und zwei Arteriae antennariae, welche ausser den Antennen hauptsächlich Magen, Mandibeln, Körperdecken, wohl auch weitere Organe versorgen.

Von der unteren Seite des Herzens entspringen zwei Leberarterien, welche bei Maja, nachdem sie den vorderen und mittleren Theil der Leber versorgt haben, sich unter einander zu einem medianen Stamm vereinigen, welcher danach die Gefässe für den hinteren Theil der Leber abgiebt. Von dem hinteren Rande des Herzens entspringt ein Stamm, welcher sich alsbald in eine auf dem Darm nach hinten laufende Arteria abdominalis superior, später caudalis superior, und einen sich abwärts senkenden Ast theilt, welcher, an die Bauchseite gelangt, nach hinten eine Arteria abdominalis inferior und nach vorn eine Arteria sternalis mit den Zweigen für die Füsse und hinteren Mundwerkzeuge liefert, schliesslich noch den Oesophagus mit zwei Zweiglein von hinten umfassend.

Die Bedeutung der Antennaläste und der Abdominalarterien ist ent-

sprechend der sehr verschiedenen Grösse der Fühlfäden und des Schwanzes eine besonders ungleiche.

In dieser Zusammenfassung des Herzens ist das Verständniss dafür, dass das Blut ebensowohl nach hinten und nach dem Bauche austreten kann als nach vorne, leichter als es für die gleiche gegensätzliche Bewegung bei der Herzgestalt der Arachnoiden war. Wenn man die Rückenwand des Herzens, in welcher auch vorzüglich die Spalten zum Eintritt des Blutes liegen, als den Theil betrachtet, von welchem die Herzkontraktion beginnt, hat man alle ausführenden Oeffnungen in bis zu einem gewissen Grade ähnlicher Lage diesem Ausgangspunkte der Kontraktion entgegengesetzt.

Die Arterien können also in Röhrenform weithin verfolgt werden. Dann aber tritt das Blut aus ihnen zunächst in untereinander kommunizirende Buchten zwischen den Organen. Deren Ueberzüge fungiren als Gefässwände und sie baden im Blute. Ein grosser medianer Blutraum umspült namentlich am Bauche zwischen Muskeln und Haut die Ganglienkette, zwei laterale, entsprechend den Muskelzwischenräumen für die Gliedmaassen abgetheilt, finden sich an der Wurzel der Kiemen und nehmen das venöse Blut der Thorakalfüsse in direktester Weise auf. Von diesen letzteren Bluträumen aus erhält jede Kieme an derjenigen Kante, welche durch die Wandung dieser Organe gegen oben nach Aussen sieht, primär aber gleichfalls als ventral zu betrachten ist, ein Vas afferens, dessen Capillarnetz vom einem an der inneren Kante absteigenden Vas efferens oder Canalis branchiocardiacus aufgenommen wird. Die letzteren wenden, an der Wurzel der Kiemen über dem Sinus venosus lateralis angelangt, sich im Thorax nach oben und münden für jede Seite zusammen in den Perikardialsinus.

Fig. 190.

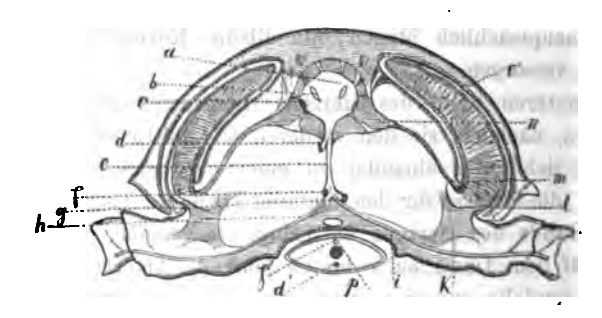


Diagramm für den Kreislauf eines kurzschwänzigen Krebses im Querschnitt des Thorax.
a. Herz. b. Dorsale Spalte. c. Laterale Spalte. d. Arteria abdominalis superior und d' deren Fortsetzung im untergeschlagenen Schwanze als caudalis superior. e Stamm für die abdominalis inferior f und f' und für die sternalis g. Bei h zwei Aeste dieser zu den Füssen: Arteriae pediaeae. i. Der mediane Blutsinus k. Lateraler Blutsinus. l. Vas afferens der Kiemen. m. Vas efferens oder branchiocardiacum. n. Perikardialsinus. o. Kieme in einer überdeckten Schalenbucht oder unter Schutz einer schalentragenden Mantelfalte des Thorax. p. Mastdarm

Die Stomatopoden bleiben für die Gestalt des blutbewegenden Apparates den Insekten und Myriapoden näher. Ein weites Rückengefäss oder Herz beginnt bei Squilla unter dem Thorakalschilde und engt sich erst am sechsten Schwanzsegmente, welches mit dem letzten sich zur Schwanzflosse kombinirt, gefässartig ein. Das Herz selbst liefert nach der Darstellung von Milne Edwards und Audouin alle Arterien für die Füsse und Mundwerkzeuge. Nachdem es vorne zur Aorta oder Arteria cephalica eingeengt ist, werden nur noch die Aeste zu den zwei Fühlerpaaren und den gestielten Augen abgegeben. Doch sind die Arteria sternalis und die Arteria abdominalis inferior in sehr schwachen Stämmen vertreten. Indem die Kiemen an der Bauchseite der fünf vorderen Abdominal- oder Schwanzsegmente liegen, empfangen sie ihre Vasa afferentia direkt von dem medianen venösen Sinus. Der Perikardialsinus ist sehr weit; der Kiemenzahl entsprechend führen fünf Spaltenpaare das Blut aus ihm ins Herz.

Fig. 191.

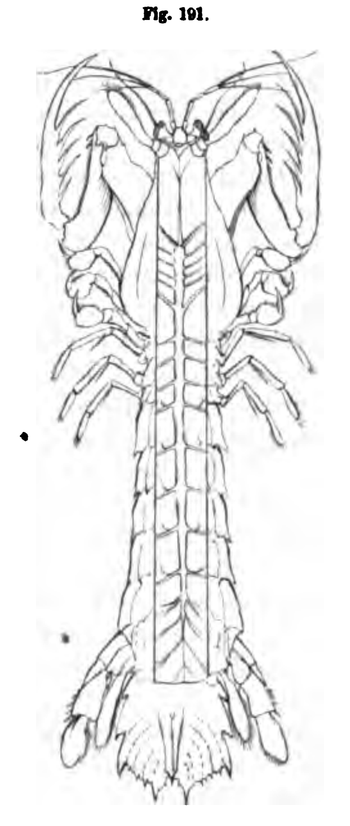


Diagramm des Herzens und der Arterien von Squilla mantis Rondelet aus dem Mittelmeere, Hälfte der natürl chen Grösse.

Bei Mysis fanden Frey und Leuckart, ähnlich wie früher Thompson, das Herz vom vorderen Rande des Rückenschildes bis durch den letzten Praeabdominalring reichend; von ihm ausgehend eine vordere Aorta, nach Thompson auch eine starke hintere Arteria abdominalis, welche jedoch vermuthlich insofern als hinterer Herzabschnitt zu betrachten ist, dass die in ihr gesehenen hinteren Spalten das Blut aus den nebenliegenden venösen Bahnen empfangen und nicht an sie abgeben. So wird nach Frey und Leuckart der arterielle Kreislauf von der Aorta aus ohne weitere besondere Wandungen durch den ganzen Körper getrieben. Das venöse Blut tritt danach durch drei Spaltenpaare ins Herz zurück, wobei es sich zuvor um das Herz in grösserer Menge sammelt.

Das Herz der Amphipoden ist bei kleineren durchsichtigen Individuen im Lebenden in einer fast fortwährenden zitternden Bewegung zu sehen, und es hatte schon von Siebold an die Beobachtungen von Zenker aus 1832 die Meinung angeknüpft, dass die Blutbahnen übrigens nur lakunär sein möchten. Dieses hat sich bestätigt. Frey und Leuckart

fanden bei verschiedenen saltatorischen Gattungen sieben Herzspalten, eine vordere kurze Aorta, einen hinteren und einen vorderen arteriellen Strom, jenen wichtig für den Schwanz.

Bruzelius fand bei einigen saltatorischen einen vorderen kurzen Aortenstamm, aus welchem ein medianer Strom gegen den Bauch vor der Speiseröhre herabstürzte, zwei seitliche zu den Antennen gingen. Bestimmte Wandungen waren über den Aortenstrom hinaus nicht zu finden; die Bluträume hatten keine besonderen Membranen; dem Blute steht in den Kiemenblättern der Thorakalfüsse ein Netz von Kanälen zur Verfügung. Zuweilen hüpften Blutkörperchen vom arteriellen zum venösen Strom hinüber.

Für die ausgezeichnete Hyperidenform Phronima habe ich das Herz vom vierten Schwanzsegmente nach vorn bis zum fünften Thorakalringe reichend gefunden, Claus nur im Thorax, indem er den hinteren Theil als abdominale Aorta bezeichnet. Die Blutkörperchen laufen am Rande des Schwanzes nach hinten, gehen an der äusseren Kante der Stielanhänge desselben hinab und kehren an der inneren in venösem Kreislaufe zur Mittellinie zurück, durch die radienartige Stellung der vom Rücken zu den Wurzeln jener Anhänge tretenden Muskelbündel begünstigt. Das Herz besteht aus schlauchförmig angeordneten Muskeln und zeigt Spuren von Klappen. Die Bewegung des Blutes in der Mittellinie hatte in meinen Beobachtungen bereits im vorletzten Schwanzsegmente eine ganz bestimmte Richtung nach vorn, so dass ich der Meinung von Claus, dass das Blut vom Herzen auch hier in eine hintere Aorta ströme und deshalb auch dieser Benennung nicht beipflichten zu können meine. Die der Athmung und Ortsveränderung dienenden Bewegungen des Schwanzes wirken stets zu Gunsten dieser Bewegung nach vorne.

Claus hat dann auch für Phronima drei Spaltenpaare im zweiten bis vierten Thorakalsegment gefunden und nach Fritz Müller soll für die Zahl solcher Spaltenpaare allein Brachyscelus mit nur zwei eine Ausnahme machen, überhaupt das Herz in der ganzen Ordnung der Amphipoden sich sehr gleichmässig verhalten.

Für die Lämodipoden sah Wiegmann bei Leptomera ungenau ein mehrkammeriges Rückengefäss, oberhalb von welchem sich das Blut sammelte. In den Greiffüssen drang der arterielle Strom an der Hinterwand vor und der venöse ging längs der Vorderwand zurück; ähnlich war die Zirkulation in den Kiemen. Goodsir's Angabe, dass bestimmte Gefässe vorhanden seien und in solchen in den Antennen von Caprella ein arterieller Strom am oberen, ein venöser am unteren Rande fliesse, fand er nicht bestätigt. Frey und Leuckart bestimmten bei derselben Gattung das Herz als fast durch die ganze Länge des Körpers, an welchem der Schwanz verkümmert, reichend, fanden fünf Paar Herzspalten mit schwachen Klappen, das erste im Kopf, das letzte im sechsten Segment, aber keinen venösen

Sinus über dem Herzen und auch hier ausser einer kurzen Aorte keinerlei Blutgefässe sondern nur zweierlei Blutströme. Unter diesen tritt der arterielle ebenfalls ausser durch die vordere Aorta auch aus dem hinteren Ende des Herzens aus. Dabei spaltet sich jener vordere, stärkere Strom, umgreift die Speiseröhre, läuft dann auf der Ganglienkette nach hinten, alle Glieder und Kiemen versorgend und am fünften Ring in die Ströme für dessen Beine sich gabelnd; der hintere aber giebt den zwei letzten Beinpaaren und dem Schwanzstummelchen ihre Blutströmchen. Ueber die Lage der Ströme an den Antennen habe Goodsir sich getäuscht, über die an den Beinen Wiegmann richtig berichtet. Die venösen Ströme theilen sich ziemlich bestimmt den nächsten Herzspalten zu. Fritz Müller zählte wie bei Amphipoden nur drei Spaltenpaare.

Unter den Asselkrebsen, Isopoden, hat nur die Scheerenassel Tanaïs, welche aber überhaupt eher eine vermittelnde Stellung einnimmt, ein dem der Amphipoden und Laemodipoden ähnliches langschlauchförmiges Herz. Bei den übrigen rückt das Herz nach der Zusammenstellung von Fritz Müller in das die Kiemen tragende Postabdomen, nimmt dieses seltener ziemlich ganz ein, zieht sich meist auf einen oder den anderen Ring zusammen, beschränkt seine Spaltenpaare auf zwei, bei Entoniscus auf eins oder gruppirt, wie auch schon bei Tanais, die Spalten der zwei Seiten asymmetrisch, wechselnd. Doch fand Müller selbst bei Cassidina das Herz in dem letzten Ring des Mittelleibs und dem ersten des Hinterleibs und N. Wagner bei Porcellio mit sechs Abtheilungen für die zwei vorderen Ringe des Hinterleibs und die vier hinteren des Mittelleibs, so dass es erst am dritten Mittelleibringe sich zur Aorta umwandelte. Auch hatte es bei Porcellio drei Spaltenpaare.

Während Rathke das Herz des Flusskrebses aus dem serösen Blatte der fertigen Rückenwand und Bobretyky das der Mauerassel, Oniscus murarius, aus dem mittleren Blatte ableitete, fand Dohrn, dass bei Asellus aquaticus, der Wasserassel, durchaus keine Vermehrung des Materials in der Rückenwand der Herzbildung vorausgehe, dass vielmehr eine erst geringe Zahl von Zellen für das Herz und die Aorta vom Dotter ausgeschieden werde, anfänglich von ihm untrennbar, rasch zunehme und in einem halben Tage den Herzschlauch bilde, wobei ein Theil der Zellen und Kerne zur Muskelbildung und zu dem umhüllenden Häutchen, die Kerne eines anderen Theils zu Blutkörperchen verwendet würden, wie das auch an anderen Stellen des Körpers geschehe, Alles dieses zu der Zeit der Abschliessung des Dotters durch den Dottersack. Die Spalten sind anfänglich für die Blutkörperchen noch zu klein; auch bewegt sich das Herz schon eine Zeit lang, ehe es ihm gelingt, die Körperchen zu bewegen.

N. Wagner hat für Porcellio ein Gefässsystem beschrieben, welches weit mehr als das der Amphipoden sich in Vollkommenheit dem der Dekapoden-Krebse und Arachniden anschliesst und dessen Ausbildung wohl in

Beziehung zu der schärferen Lokalisation des Athemgeschäftes gebracht werden kann. Die vordere Aorta giebt zwei kleine Aeste für den Magen, zwei grosse für das leidlich intelligente Hirn, bildet einen geschlossenen Ring um den Oesophagus, welcher Antennen, Augen, Mundtheile, Suboesophagealganglion versorgt und zuletzt ein Stämmchen mit ventraler Ausbreitung rückwärts im Thorax vorzüglich an die Leber entsendet. Die vordere Herzabtheilung giebt zwei grosse Seitenarterien ab, welche ausser der Rumpfmuskulatur und den Geschlechtsorganen die vier ersten Fusspaare versorgen; die drei nächsten bedienen jedesmal ein weiteres Fusspaar; die zwei im Postabdomen geben nur kleine Aeste für Muskeln und Drüsen. Zwei aus dem hinteren Ende des Herzens austretende Gefässe legen sich um den Mastdarm, laufen ihm parallel als Arteriae branchiales zur Basis des ersten Kiemenpaars und verbinden sich hier zu einer Schleife, aber ebenso durch Queranastomosen an der Basis jedes Kiemenpaars. In der Leibeshöhle sammelt sich das venöse Blut zu zwei, besonderer Gefässwände entbehrenden Strömen, von welchen zu jedem Kiemendeckel und von da zu den Kiemenblättern Zweige gehen, diese verästelt durchlaufen und so zu den sogenannten Kiemenarterien gelangen, welche das Blut zum Herzen zurückführen und demnach ihren Namen nicht verdienen.

Fig. 192.

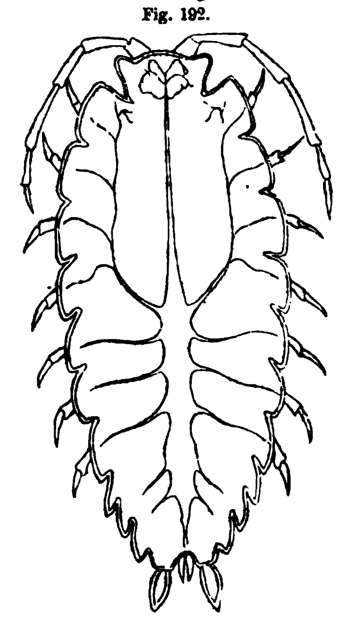


Diagramm des Herzens und der Arterien von Porcellio dilatatus Brandt, vergrössert, nach N. Wagner.

Für das Gefässsystem von Limulus polyphemus ist von Alphonse Milne Edwards gegenüber den älteren Mittheilungen von Gegenbaur und Owen, nach welchen die Arterien bald in dünnwandige oder besonderer Wände entbehrende weite Buchten oder Lakunen zwischen den Organen übergehen sollten, behauptet worden, dass in gut konservirten Stücken die Gefässe, soweit das Auge und das Mikroskop sie verfolgen können, bis in die Spitzen der Glieder, in die feinsten Membranen und herab bis zu Zweiglein von weniger als 10 μ Durchmesser röhrig blieben.

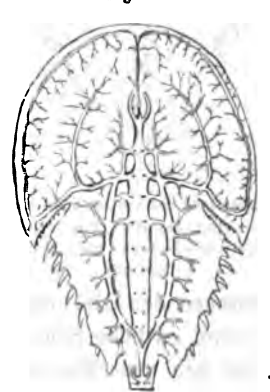
Das Herz reicht nach ihm von den zusammengesetzten Augen nahe der Mittellinie des Cephalothorakalschildes bis in eine Linie, welche das dritte Paar beweglicher Seitendornen verbindet. Es ist von der Rückendecke nur durch eine Perikardialhülle geschieden, an dieser mit zahlreichen Gewebsbrücken befestigt, welche an den acht Paaren von Strauss-Dürkheim

entdeckter dorsaler Spalten sich so zusammendrängen, dass sie den Periviszeralraum in Kammern theilen, und an der weiteren Nachbarschaft mit neun Paar Binden. In den so entstehenden Herzflügeln sind, wie auch Leydig gesagt hatte, keine Muskeln. Dagegen liegen solche quergestreift in zwei Lagen in der Wand des Schlauches, eng zusammenschliessende Längsfasern aussen, durch grubenförmige Zwischenräume getrennte Kreisfasern innen. Vorn tritt in der Mittellinie eine Arteria frontalis aus dem Herzen, der Ophthalmica höherer Krebse entsprechend, aber ohne Beziehung zu den zusammengesetzten Augen, mit einigen Aesten zum Magen, weiter vorn zu den Geschlechtsdrüsen, dann am Vorderrand des Panzers nach rechts und links getheilt, dem Panzerrande so nach Aussen folgend und in Anastomose mit der A. thoracica principalis die A. marginalis herstellend.

Symmetrisch rechts und links vom Vorderende des Herzens gehen ferner zwei „Aortenbogen" ab, welche ihr Blut in den vorderen Theil eines Gefässkranzes ergiessen, welcher den Mund umkreist, in der Mitte des Cephalothorax, den zusammengesetzten Augen entsprechend, an der Sternalfläche anliegt, hinter dem Oesophagus noch durch drei oder vier Gefässbrücken quer verbunden ist und die Arterien der Ventralfläche abgiebt.



Fig. 193.



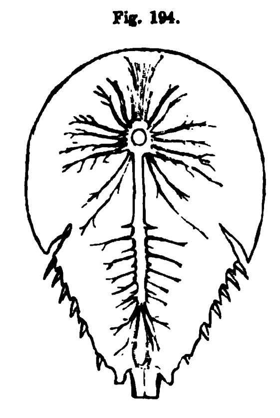
Darstellung des Herzens und des dorsalen Antheils des Arteriensystems von Limulus polyphemus Linné von der Küste von Florida, 1/3 der natürlichen Grösse, nach Alphonse Milne Edwards.

Den vier ersten Spaltenpaaren entsprechend, aber unter den Herzbinden weg treten vier Paar Arteriae laterales aus dem Herzen, durch den vorderen Theil einer dem Herzen parallel zwischen den Gliedermuskeln und dem Pericardium verlaufenden A. collateralis wieder jederseits verbunden. Die zweite lateralis, gewissermassen die collateralis quer durchbrechend, danach dieser gleich an Stärke, versorgt vorzüglich die Theile im ersten, cephalothorakalen, Schilde, zunächst mit einer nach vorn umbiegenden A. hepatica, dann weiter aussen durch Betheiligung an der gedachten A. marginalis von hinten her. Die näher der Mittellinie gelegenen Theile dieses Abschnittes und der ganze zweite Körperabschnitt empfangen ihr Blut von den Arteriae collaterales, vorzüglich in sechs inneren Zweigen jeder collateralis posterior für die Rückenfläche des Darmes und sechs äusseren, welche in die abdominalen Kiemenanhänge sich hinabsenken, während ein siebenter die Muskulatur des schwerdtförmigen Schwanzes versorgt. Die beiden Collaterales treten hinter dem Herzen zur Abdominalis superior zusammen, welche nach van der Hoeven, Duvernoy und Owen als Aorta posterior hinten aus dem Herzen selbst kommen sollte, durch einen Kranz um den Mastdarm Gelegenheit zur Verbindung mit der Abdominalis

inferior gewinnt, mit zwei Aesten in der Hauptsache längs des Aussenrandes des Abdominalschildes in Verbindung mit einem hinteren Aste der zweiten Lateralis eine Marginalis posterior darstellt, zugleich jederseits eine Caudalis lateralis nach hinten sendet und endlich noch als Caudalis superior im Schwanzstachel unter dessen dorsaler Kante nach hinten läuft.

Der den Mund umkreisende Gefässkranz und die von ihm ausgehenden Gefässstämme sind der Art gestaltet, dass sie den Schlundring, den Rest der Ganglienkette und die meisten Hauptnervenstämme in sich aufnehmen, in einem See von Blute baden. Von dem Gefässkranze entspringen eine mediane Arterie für die einfachen Augen, zwei laterale Arterien für die zusammengesetzten, solche für die Stirngegend, den Oesophagus, die sämmtlichen Gliedmaassen des Cephalothorax und die ersten Anhänge des Abdomen, endlich die mediane starke A. ventralis oder abdominalis inferior, deren Aeste im Uebrigen das Abdomen und seine Anhänge vom Bauche her versorgen und welche die obenerwähnte Verbindung mit dem Mastdarmring eingeht.

Fig. 194.



Darstellung des ventralen Antheils des Arteriensystems von Limulus polyphemus Linné, nach Milne Edwards.

Da auch an kleineren Gefässen sich Verbindungen herstellen, scheint ein arterieller Kreislauf ohne den venösen bestehen zu können, aber die kapillaren Enden desselben sind überall mit den Wurzeln des venösen Systems, welches das Blut direkt oder durch die Kiemen zum Herzen zurückführt, in Verbindung.

Am venösen System nehmen ausser röhrigen Gefässen auch Sinus und Lakunen Antheil. Aus guten Venen der Leber, aus einem den Darm umschliessenden peritonealen Sacke, aus Lakunen zwischen den Gliedmaassen und den Organen an der Bauchseite fliesst das Blut in zwei seitliche Sammelräume mit guten Wandungen, welche an der Bauchseite sich vom Magen bis an das Ende des Abdomen erstrecken. Aus diesen führen je sechs Oeffnungen in die lamellösen Abdominalfüsse und korrespondiren mit den Buchten in den Kiemenblättern, beziehungsweise in dem Operculum vom ersten Paar. Die besondere Art, wie eben die Muskeln sich ansetzen, macht, dass Muskelkontraktion zugleich die Kanäle öffnet und auf die Sammelräume drückt. Von den fünf Kiemen und dem Operculum jeder Seite führen röhrige Gefässe, Venae branchiocardicae, zu sechs Paar Oeffnungen im Perikardium, welches durch einen weiteren siebenten Spalt jederseits mehr vorn das Blut von den Muskeln, welche das Abdomen heben, aufnimmt.

Das Herz der Phyllopoden ist in verschiedener Weise gestreckt oder nach vorn zusammengeschoben. Branchipus hat es fast gleichmässig röhrig im ganzen Rumpfe und Schwanze, bis in's vorletzte Segment, vorn

und hinten offen, für jedes Segment bis zum vordersten Fusspaar ein Paar Spalten, im Ganzen achtzehn Paare. Diese Spalten nehmen nach Klunzinger vorzüglich aufsteigende Ströme von den Füssen auf. Leydig unterschied ein inneres Epithel von der Ringmuskelschicht. Blutkörperchen kreisen in Lakunen, beim Sterben stockt das Blut in Massen in den Kiemenblättchen, welche es also wohl beim Leben reichlich durchstreift. Das Material des Herzens liegt zur Zeit, zu welcher erst Segmente gebildet sind, nach Claus mit dem der Glieder, Muskeln, nervösen Gebilde, in grossen Zellen des unteren Blattes seines nach hinten vorrückenden Keimstreifens, das heisst eines hypodermalen Blastemlagers, an der Gränze der bereits bewegte Blutkörper enthaltenden Leibeshöhle; sind acht Segmente gebildet, so ist das Herz schon röhrenförmig, aber es ist erst in den drei vorderen Kammern fertig und pulsirt noch nicht, obwohl Blutkörperchen eintreten. So geht die Zahl der Segmente der der Herzkammern, bei letzteren die unfertiger der fertiger, die nicht pulsirender der pulsirender am Hinterende fortschreitend voraus: die Herzentwickelung dauert lange, zieht der sonstigen Segmentirung nach. So ist es verständlich, wenn in anderen Fällen die Zahl der Kammern und Spalten viel geringer bleibt, das Herz nur vorne entwickelt ist. Eine noch dem Branchipus ähnlich grosse Entwickelung des Herzens hat der an Segmenten gleichfalls reiche Apus, indem dieses Organ, wenn es nach der zweiten Larvenhäutung erscheint, sofort bis zum sechsten fusstragenden Segmente reicht und pulsirt, nach der dritten bis in das neunte Segment, nach der fünften bis ins elfte, bei elf bis zwölf Beinpaaren und mit elf Spaltenpaaren. Aber schliesslich bleibt es doch zurück und beschränkt sich auf die vordere Hälfte des Rumpfes, während bis zu sechzig Fusspaaren gebildet werden.

Bei der erwachsenen Limnetis brachyurus O. F. Müller, im Männchen mit zehn, im Weibchen mit zwölf fusstragenden Segmenten und mit zweiklappiger Schale, wie bei der gleichfalls zweiklappigen Isaura geht nach Grube das Herz spindelförmig nur durch die vier ersten fusstragenden Segmente und hat drei intersegmentale Spaltenpaare; es entfernt sich von dem der einfachen Phyllopoden in der Richtung zu den zweiklappigen Cladoceren, namentlich der Sida, deren Herz immer noch schlauchförmig, dem der Insekten ähnlich ist. Die ohnehin spärlichen Blutkörperchen scheinen bei gelegentlicher Blutarmuth ganz zu verschwinden.

Das Herz der Cladoceren, so der Daphniden liegt am Rücken, hart vor der Stelle, an welcher die Mantelhülle mit der Schale sich nach hinten frei abhebt, darunter aber der Schwanz wurzelt. Es stellt eine Art ovalen Muskelkorbes dar. nach Claus mit sehnigen Centren gegen den Rücken und gegen den Darm, diesem zunächst angeheftet. Bandförmige Muskelzellen mit je einem Kern und quergestreiftem Inhalt umkreisen bei Daphnia die Intima wie Längengrade die Erde, kreuzen sich bei dem

längeren Herzen der Sida und lassen rechts und links je eine Spalte für Eintritt, vorne eine für Austritt des Blutes. Dass sich, wie Leydig angegeben, zuweilen die zwei venösen Oeffnungen querüber verbänden, bestreitet Claus entschieden. Dem Herzen schliesst sich vorn eine mehr oder weniger lange Aorta an. Man zählt 200—250 Herzschläge in der Minute, kann sie aber durch Aether oder Chloroform vermindern und dann die Funktion der Klappen studiren, wobei die Zusammenziehung dorsaler und ventraler Suspensorien der Herzwand an der Aortenklappe die arterielle Mündung synchronisch mit der Kontraktion des Herzens erweitert. Den weiteren Kreislauf der Daphniden sah schon Degeer. Das Blut, zum kleinen Theil schon hinter den hornartigen Erhebungen der Leber zum Bauch hinabfliessend, zum grösseren über sie und zwischen ihnen weg in den Kopf getrieben, verbreitet sich hauptsächlich über das Gehirn hinweg, in der Richtung von oben nach unten in Ruderarme und Tastantennen. Ein Ast des rückkehrenden Stromes jeder Seite geht nach Leydig in die Schalklappe, durch die „Stützbalken" der Hautduplikatur gewissermassen in kapillare Bahnen aufgelöst, ein anderer ins Abdomen mit Seitenzweigen in die Beine. Das Blut kann sich in einzelnen Organen, so der Oberlippe, anschoppen und schwellt sie dann. Es sammelt rückkehrend sich im Perikardialraum, nach Claus indem der oberhalb des Darmes aufsteigende Strom bis in das Postabdomen hinein von dem ventralen ziemlich vollständig durch vom Herzen beginnende, an der Darmwand hinabsteigende, bindegewebige Septa getrennt ist und den rückführenden Strom der Schalen aufnimmt. Die Langsamkeit des Abflusses aus der Schalenhautduplikatur macht nach Weismann eiweissreiches Fruchtwasser in den Brutraum auf dem Rücken der Mutter transsudiren zur Ernährung dort bewahrter, stark wachsender Sommereier. Die Blutflüssigkeit hat oft einen Stich in verschiedene Färbungen, die Blutzellen sind farblos, verfetten in Gefangenschaft und verlieren sich manchmal gänzlich. Durch Mitschwingen der am Darm herablaufenden Suspensorien wurden ältere Autoren zu der Annahme von Nebenherzen oder einer besonderen Bauchzirkulation veranlasst. Solches existirt nicht, es ist aber hier und im weiteren Heruntersinken der Herzkonstitution deutlich, dass ein im Coelom gelegenes Herz wesentlich beruht auf einer bestimmten Gruppirung von eventuell mit Epithelien umkleideten Muskelzellen von derselben Art, wie sie auch ohne solche besondere Gruppirung

Fig. 195.



Daphnia longispina Fischer aus den Süsswassern Europa's, 80 Mal vergrössert.

a. Ruderantenne. b. kleine Antenne. c. Herz mit venöser Spalte. d. kleines Auge. e. Kammerraum unter der Schale auf dem Hinterrücken. f. Stachel, in welchen die Schale sich auszieht. g. Schwanz. h. Gehirn. i. Darm. k. Hoden und sein Ausführungsgang. o. Grosses Auge.

zwischen Darmwand und Hautschlauch ausgespannt sein können, und statt welcher auch nur Bindegewebstränge das Coelom durchsetzen können.

Die Krebse aus den Ordnungen der Ostracoden und der Copepoden haben zum Theil ein Herz, nämlich unter jenen die Cypridinen, bei welchen es sackförmig zwischen den Schliessmuskeln der Schale in ganz gleicher dorsaler Lage liegt; wie bei den vorigen, bequem das zwischen den Schalenblättern ausströmende Blut empfangend, unter diesen die Pontelliden und Calaniden, darunter die Süsswasserform Cyclopsine, in birnförmiger, die durch vollkommnere Entwickelung im Ei sich absondernde Branchiuren-Familie der Arguliden scheinbar in sehr gestreckter Form vom Schwanz bis zum Gehirn, aber überall mit nicht mehr als einem Paar seitlicher Spalten. Dana und Herrick zählten bei ihrem amerikanischen Argulus catostomi etwa eine Pulsation auf die Sekunde. Sie sahen eine Menge Blutströme durch Blutkörperchen markirt, einen zum Gehirn, den Antennen und den Augen, sammt Stechwerkzeugen, von den Antennen zur Schale, in welcher ein reiches Netz das Blut auch von anderen Stellen empfängt und zu weiten Kanälen an der Basis des Abdomens und so zum Herzen zurückführt. Auch der zweilappige Schwanz, ausser zwei den Rand umkreisenden Hauptströmen viele netzförmig verbundene zeigend, wird das Blut ausgiebig athmen lassen. Das Genauere dieser Ströme ist von Leydig und Claus nicht ganz gleich verstanden worden. Nach der Schilderung von Claus erscheint die zwischen den beiden hinteren venösen Oeffnungen mehr ventral gelegene mit den Seitenklappen synchronisch schwingende mittlere Querklappe als ein Organ, welches den grössten Theil des vom Thorax zurückfliessenden Blutes zunächst in die Schwanzplatte treibt, und entspricht ihr keine Spalte. Eine andere ventral, etwas weiter vorn, an der von Claus bereits als Aorta bezeichneten Partie gelegen, von Leydig auch als Spalte für Eintritt des Blutes gezählte Oeffnung liegt nach Claus in einem Organ für Blutbildung, welches sich hier der Aorta als scheibenförmiger Zellhaufen verbinde und soll mehr Blutkörperchen austreten als in das Herz eintreten lassen.

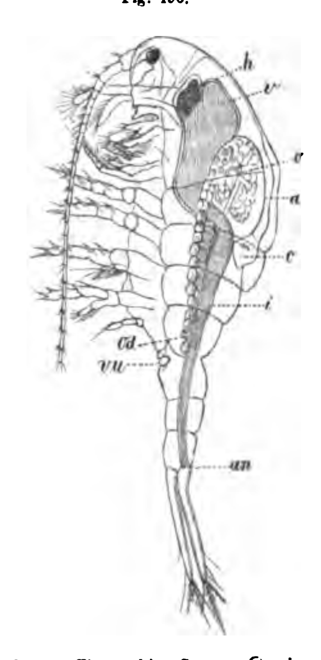
Besondere Gefässwandungen fehlen. Bei den ausgeschlüpften Jungen des vaterländischen Argulus foliaceus Linné fanden Leydig und Claus noch kein Herz, wohl aber Blutströme; nach der ersten Häutung, nach fünf oder sechs Tagen, erscheint das Herz, ist dann deutlicher zu sehen als in Erwachsenen und alsbald von der gleichen Gestalt, wie bei diesen; die Blutkörperchen vermehren sich und die Blutströme gewinnen an Energie. Das klappenartige Anhangsorgan des Herzens findet sich erst nach Ablauf der Metamorphose.

Man wird mit Claus den hinteren Abschnitt des Herzens der Arguliden, an welchem eine hintere und die beiden seitlichen Oeffnungen sich befinden und in welchen Leydig nur den Vorhof sah, allein als Herz, den gestreckten vorderen, spaltenlosen Abschnitt als vordere, über das bei Copepo-

den gewöhnliche, geringe Maass hinaus ausgebildete Aorta zu betrachten haben.

Wenn freischwimmende Copepoden ein Herz haben, zittern Gehirn, Darm, Geschlechtsorgane mit dessen Schlägen, deren Zenker bei Cyclopsine hundertundfünfzig, Claus viel mehr in der Minute zählte. Wo ihnen das Herz fehlt, ist die Bewegung des Blutes im Coelom eine Nebenfunktion des vorderen Darmabschnittes. Dessen Bewegungen geschehen dann nicht allein peristaltisch, durch wechselnde Einschnürung den Speiseinhalt voranschiebend, sondern es wird in stärkeren Längskontraktionen der Darmwand und wohl mehr in Kontraktionen der Aufhängebündel der ganze vordere Abschnitt des Organs rhythmisch gehoben, vorgezogen, um nachher zurück zu sinken. Ist das Herz vorhanden, so zeigt die weitere, vordere Blutbahn noch Ungleichheiten der Entwickelung; bei Cyclopsine wird sie nur durch Bindegewebszüge bezeichnet; die Calaniden haben eine Aorta, welche bei Calanella sich deutlich in zwei Stirnarterien spaltet. Das Blut solcher Copepoden sollte nach Zenker zahlreiche Blutkörperchen haben, Claus hat gezeigt, dass hier eine Verwechslung mit parasitischen Pilzsporen vorlag. Wenn so Blutkörperchen gänzlich fehlen, haben doch jene fremden Elemente dazu gedient, die Blutströmungen in ganz ähnlichen Bahnen, wie sie für verwandte Ordnungen beschrieben wurden, erkennen zu lassen. Das Herz liegt mit geringen Verschiedenheiten im ersten und zweiten Thorakalring.


Fig. 196.

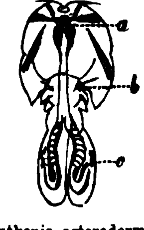


Temora Finmarchica Grunner ♀, eine Calanide aus der Nordsee, nach Claus, 50 Mal vergrössert.
h. Leber. v. Magen. o. Eierstock. a. Aorta. c. Herz mit seitlichem Spalt. i. Darm. od. Eileiter. vu. Geschlechtsöffnung. an. After.

Was parasitische Copepoden betrifft, so sah v. Nordmann bei Ergasilus unter dem ersten thorakalen Ringe ein rundliches pulsirendes Herz, desgleichen ein sehr dünnwandiges, längliches bei Achtheres percarum und Rathke bei einigen anderen, so dass in dieser Gruppe eher die meisten Familien ein Herz haben, wie auch das Blut zahlreiche Körperchen enthält und somit den trägen Leibern reichlichere Mittel für den Stoffwechsel im Kreislauf geboten sind. Den Lernaeiden im engeren Sinne von Claus würden jedoch die Blutkörperchen nur durch Darmbewegung umhertreiben. Bei den Caligiden kennen wir für Caligus ausserdem seit Pickering und Dana und genauer durch Claus Klappen, welche ähnlich wie die hintere

am Herzen des Argulus durch rhythmische Schwingungen das Blut bewegen, nicht einem besonderen Herzen angehören, von denen vielmehr das vordere Paar zwischen den Geschlechtsdrüsen, das hintere an den Seiten des Darms angebracht ist. Bei Lütkenia beschreibt Claus das Spiel solcher Klappen so, dass zwei dorsale, dicht zusammen zwischen den Ovarien liegend, auseinanderweichend ein Quantum Blut zwischen sich aufnehmen und dieses in Verengerung des von ihnen umschlossenen Raums nach vorn treiben. Weiter zurück, wo das Kopfbruststück in das verschmolzene zweite und dritte Brustsegment übergeht, machen zwei an der Wurzel des letzteren Abschnitts rechts und links gelegene ventrale Klappen während der Oeffnung der dorsalen, also alternirend mit deren Kontraktion das Blut durch ihren Schlag nach unten hinabströmen und führen es nach hinten dem Genitalsegment zu. Aus dessen Mittelraum lassen zwei hintere seitliche Klappenpaare, bei der Kontraktion des dorsalen Paares sich öffnend, eine gewisse Menge Blut in Seitenlakunen treten, welche es zum Thorax leiten. Synchronisch mit der Kontraktion des dorsalen Plattenpaares heben sich Darm und Geschlechtsapparat und drücken das Blut gegen den Darm und nach vorne.

Fig. 197.



Lutkenia asterodermi Claus, eine Pandaride, parasitisch an den Kiemen einer seltenen Rochenform, Asterodermus coryphaenoides aus Messina. Die kleinen Pfeile bezeichnen die Richtung der Blutströme. a. Die vorderen, dorsalen Klappen zwischen den Eierstöcken. b. Die mittleren ventralen Klappen. c. Die hinteren, seitlichen Klappen, nach Aussen von den Kittdrüsen für die abzulegenden Eischnüre.

Bei den Pycnogoniden kannten schon Johnston 1837, Milne Edwards und Quatrefages Existenz und Bewegung der Blutkörperchen, aber Zenker musste erst gegen die Meinung von Quatrefages, welcher alle Blutbewegung auf die peristaltischen Darmbewegungen geschoben hatte, ein schlauchförmiges Herz mit Pulsation von einem anderen Rhythmus nachweisen, welches er in der Gegend des letzten Fusspaares bei Nymphon gracile sah. Nach Krohn reicht das Herz der Pycnogoniden übrigens vom Kopf bis an den verkümmerten Hinterleib, hat drei Abtheilungen, eine hintere Oeffnung und zwei Paare seitlicher. Man kann vielleicht einen vorderen Theil auch hier als Aorta verstehen. Weitere Gefässe giebt es nicht, aber Blutströme von bestimmter Richtung.

Für Cirripedien hat nur Martin St. Ange ein Rückengefäss behauptet. Burmeister und Darwin haben die besonderer Wandungen entbehrenden Blutbahnen detaillirter beschrieben. Eine Art Klappe an der ventralen Fläche des Stiels sichert die Richtung des Blutstroms bei den in der Minute etwa zwanzig Mal stattfindenden Kontraktionen dieses Organs, welche den Körper ruckweise in die Schale zurückziehen, wonach das Thier sich langsam wieder hebt und den Trichter der Füsse entfaltet. Diese Kontraktionen dienen, wie der Speisezufuhr zu dem im Trichtergrunde liegenden Munde und dem Wasser-

wechsel behufs der Athmung auf dem Thiere, so auch der Blutzirkulation in ihm. Ein deutlicheres Herz würde sich eher bei Balaniden als bei Lepadiden und am wenigsten bei Rhizocephalen erwarten lassen, bei welchen die Verästelung des dem Verdauungsapparate entsprechenden Lakunensystems die diosmotisch aufgenommene verfeinerte Nahrung bei leichtesten Kontraktionen des Körpers ebensowohl mischen, als mit den Organen und der respirirenden Hülle in Berührung bringen wird.

Räderthiere und Tardigraden oder Bärthierchen haben weder Herz noch Gefässe. Von eigenthümlichen Elementen in der Leibeshöhle jener war oben (p. 354) die Rede. Diese haben nach Greeff grosse, granulirte Blutkugeln aus heller, homogener und membranloser Grundsubstanz mit zahlreich eingebetteten dunkeln und glänzenden Körnchen, welche bei den zufälligen, nicht rhythmischen Bewegungen ihre Form anpassen, amöboide Veränderungen durchmachen und unter besonderer Behandlung einige Kerne zeigen, zuweilen statt gewöhnlichen Ansehens von länglichem, wurstförmigem, und zwischen solchen grösseren, körnigen kleine glänzende.

Für die Bryozoen ist das oben (p. 195) bereits Erwähnte noch etwas auszuführen. Nachdem die Meinung von P. J. van Beneden, dass die Spitzen der Tentakel durchbohrt seien, sich nicht haltbar erwiesen und die von Meyer für die Entleerung der Geschlechtsprodukte angegebene Oeffnung sich als die eines durch Einstülpung entstandenen besonderen Organes, nicht als eine der Leibeshöhle selbst herausgestellt hat, dürfen wir den Bryozoen eine geschlossene Leibeshöhle zuschreiben. Diese kann, sei es in den Tentakeln, sei es auch im Hauptleibesraum oder im Stiel, durch ein mehr zelliges, parenchymatöses Gewebe erfüllt sein. Andernfalls gestattet sie, dass ihr flüssiger Inhalt ruckweise durch die Kontraktionen der in ihr gespannten Muskeln, oder gleichmässig durch die den älteren Beobachtern, wie Trembley und Nordmann, verborgen gebliebenen Flimmerhaare der inneren Bekleidung der weichen Umhüllung, des Hautschlauchs, der Endocyste, und nach v. Beneden, aber nicht nach Allman, auch der äusseren Bekleidung des Verdauungskanals bewegt werde. Aus solchen epithelialen Lagern rühren auch die etwa vorhandenen Blutkörperchen her. Diese perigastrische Zirkulation der Flüssigkeit hat, wie Allman hervorhob, die dreifache Bedeutung des Chylussystems, des Blutgefässsystems und des Athmungssystems; das heisst, aus dem Verdauungskanal transfundiren Nährstoffe in die Periviszeralhöhle, werden den anderen Leibeshöhlen als Ernährungsmaterial zugeführt und athmen in den vom Wasser umspülten aus der Ektocyste vorgestreckten Theilen, besonders der Tentakelkrone.

Das dabei Geschehende ist selbstverständlich von der Natur der Membranen, durch welche diffundirt wird, regiert.

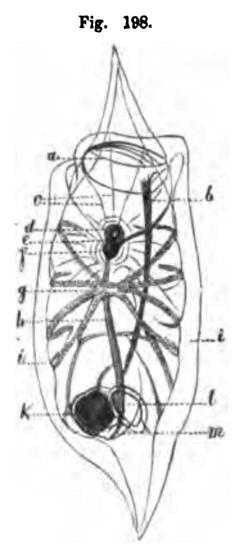
Das Herz der Tunikaten wurde für die einfachen Assidien 1777

vom Abbé Dicquemare entdeckt, 1815 genauer sammt dem Pericardium von Cuvier beschrieben und alsbald von Savigny auch bei den zusammengesetzten und von Chamisso für die Salpen erkannt. In einzelnen Fällen, beispielsweise bei der doch kolossalen Phallusia mammillata Cuvier und der Gattung Pelonaea ist es schwer zu unterscheiden oder gar nicht gefunden. Meistens aber ist es ein sehr deutlicher muskulöser Schlauch von etwas spindelförmiger Gestalt, in einer perikardialen Umhüllung; bei den einfachen Aszidien dadurch freier von der Umgebung für seine Bewegung als das im Uebrigen in dem festen Eingeweideknäuel die Organe zu sein pflegen. In den zerkarienartigen Larven der Aszidien entsteht es an der Bauchseite des Kiemensacks aus einem Zellhaufen. Es liegt dem Darme nahe und tritt, wo dieser bei zusammengesetzten Aszidien sich in den Hohlraum einer stielartigen Mantelausziehung einsenkt, um dann wieder gegen die Nähe des Mundes zurückzukehren, zusammen mit der Umbiegungsstelle, dem Darmknie, in die Tiefe dieses Stieles. Bei kleinen Aszidien mit durchsichtigem Mantel, so bei den Polyclinien, und bei den schwimmenden hyalinen Formen kann man die Kontraktionen am unverletzten Thiere sehr schön sehen. Lister fand bei der sozialen Aszidiengattung Perophora und H. Milne Edwards bei Clavellina und den zusammengesetzten, endlich van Hasselt auch bei der einfachen Ascidia intestinalis Savigny und bei den Pyrosomen den von ihm bereits 1821 für die Salpen entdeckten wechselnden Rhythmus der Bewegung des Herzens wieder, so dass solcher als allgemein gültig angesehen werden darf gegen die Meinung von Mertens, welcher ihn bei Appendicularia vermisste. Savigny hatte die Salpen für den Kreislauf den Aszidien, diese den Mollusken wesentlich gleich erachtet, so dass das Blut von den Kiemen zum Herzen und von diesem in den übrigen Körper ströme, nur dass das Herz einfach sei, einem linken oder aortischen Ventrikel der Wirbelthiere entsprechend, einer Abtheilung für Aufnahme des Blutes von Körper und Lungen oder Kiemen ermangele, direkt aus einer Vena pulmonalis alles Blut empfange und es abgebe an eine Aorta. Indem von Hasselt sah, dass die eine Zeitlang ganz regelmässigen spiralen Herzkontraktionen periodisch an Schnelligkeit abnahmen, dann stillstanden, so dass das Blut in der früheren Richtung nicht mehr floss, sich sogar zurückstaute und nun eine Zusammenziehung des ganzen Körpers, eine umgekehrte Herzkontraktion und Blutbewegung einleitete, erklärte er die Distinktion von Arterien und Venen bei diesen Thieren überhaupt für unzulässig. Milne Edwards verglich diesen Wechsel in den Herzkontraktionen dem in der Arbeit des Magens und der Speiseröhre der Wiederkäuer. Die Existenz von Aortenklappen, wie sie Chiaje angenommen, ist hiermit unverträglich. Bei Doliolum fanden Keferstein und Ehlers den Wechsel der Herzbewegung eingeleitet durch Gegeneinanderlaufen zweier Wellen von den beiden Enden des Herzens, welchem erst der Stillstand, dann die reine Kontraktion in der neuen Richtung folgte. Die Dauer der Bewegung des

Blutes in einer und der anderen Richtung braucht nicht gleich lang zu sein, ist namentlich bei Doliolum vielmehr sehr ungleich.

Es giebt einerseits ohne Zweifel bei Tunikaten weite Bluträume, in welchen das Blut die Eingeweide allseitig umspült. So befindet sich bei Doliolum das Blut frei zwischen der inneren und der äusseren Körperwand. Bei den Polyclinen bewegen sich die Ströme zwar in der Regel in einer ventralen und einer dorsalen Hauptbahn zwischen dem Herzen und der Kiemenhöhle, bald auf der einen, bald auf der anderen Seite absteigend und aufsteigend, aber diese Ströme gehen nicht in Gefässen, sie können nach der Körperhaltung in ihrer Lage verschoben werden. In der Wand des Kiemensackes werden durch die eigenthümliche gitterförmige Anordnung von dessen Balken auch die Blutbahnen in ein Netzwerk von engen Röhren umgewandelt, ohne dass in der Gefässnatur diese jenen weniger bestimmten und weniger engen Bahnen weiter erheblich überlegen wären. Bei den einfachen Aszidien ist ausser diesem respiratorischen Gefässapparat ein System enger Gefässe vorhanden, welche von den Eingeweiden zur sie umhüllenden inneren Mantelhaut und von dieser zu dem eigentlichen, äusseren Mantel gehen und auch in diesen eintreten. Selbstverständlich führen solche Gefässe äussere Ueberzüge epithelialer Beschaffenheit, wo sie das Coelom durchsetzen. Bei den Salpen entwickelt sich, wie Leuckart zeigte, das reiche zwischen der Schlundrinne und dem Kiemenband die Leibeswand ausrüstende Lakunennetz aus viel einfacheren Verhältnissen jüngerer Thiere. Alle ihre Blutwege aber sind wandungslose Gänge mit Ausnahme des Herzens. Die Einengung der Lakunen, welche etwa eine Stauung des Blutes veranlassend gedacht werden könnte, scheint auch keine Beziehung zum Wechsel der Herzkontraktionen zu haben.

Fig. 198.



Salpa fusiformis Cuvier (Kettenform zu S. runcinata Chamisso) von Nizza, 5 mal vergrössert. a. Vordere, mit Lippen versehene Mantelöffnung. b. Wimperrinne (Endostyl). c. Nerven. d. Riechgrube. e. Auge. f. Gehirn. g. Stelle, an welcher die vier Hauptmuskelreifen sich zusammenlegen. h. Kiemenband. i. i. Mantel. k. Nucleus, Eingeweideknäuel. l. Hintere Mantelöffnung. m. Herz, durch seine Kontraktion rosenkranzartig eingeschnürt.

Das Blut der Tunikaten enthält im Allgemeinen farblose Blutkörperchen. Doch hat Rouget bei Aszidien, besonders zusammengesetzten, gefärbte gefunden. Bei den Salpen sind die Körperchen manchmal sparsam, in anderen Fällen so zahlreich, dass das Blut weisslich trüb erscheint; in Gestalt sind sie zuweilen unregelmässig, stäbchen- oder bogenförmig, mit mannigfaltigen Fortsätzen versehen, 30 bis 50 μ lang; bei Doliolum sind sie stets sparsam, kuglig, nur 10—12 μ gross, bei Pyrosoma ähnlich, kernhaltig.

Bei den wahren Mollusken vollenden sich die Wandbildung der Gefässe, die röhrige Einengung, die Gegensetzung des arteriellen und venösen Kreislaufs, die Arbeitskraft des Herzens nach einer bestimmten jener Gegensetzung entsprechenden Richtung, indem Klappen dem Blute nur diese einzuschlagen gestatten, in höherem Grade. Mehreres ist hierbei jedoch ungleich zwischen den verschiedenen Klassen; auch ist Hauptsächlicheres innerhalb der einzelnen Klassen von den Beobachtern nicht immer in derselben Weise verstanden worden.

Namentlich ist es im Gebiete der rückfliessenden Ströme, dass die Umwandlung der Lakunen zu Gefässen mit besonderen Wandungen in verschiedenem Grade, wenngleich nie ganz vollständig eintritt.

Das Herz der Lamellibranchiaten, der echten Muscheln, fand im siebzehnten Jahrhundert Willis, nämlich bei der Auster, bei welcher es übrigens scheinbar abnorm gelagert ist, indem es durch die Eindrückung der Rückenlinie mehr im Zentrum des Körpers sich befindet und durch die Asymmetrie der Entwickelung der einen Fläche anliegt. Poli gab uns vom selben und den gröberen Kreislaufverhältnissen bei einer grösseren Anzahl von Arten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts Kenntniss; ihm folgten zahlreiche Autoren; das Genaueste für das Einzelne der Gefässvertheilung ist von Keber und von Langer für die Teichmuschel bestimmt worden.

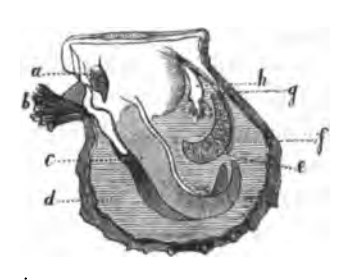
Für die Beziehungen der Lage des Herzens zum Mastdarm können wir uns auf oben (p. 213 und 214) Gesagtes beziehen. Das auf die dort gedachte Weise entstandene und unter dem Darm gelegene Herz wird in der Regel, aber angeblich nicht bei Anomia, von einem Pericardium lose umhüllt. Der Hohlraum dieses Herzbeutels kann in offener Verbindung stehen mit den Hohlräumen des Bojanus'schen Organs, welches, weiter hinten gelegen und von einem Balkennetzwerk durchsetzt, der Harnausscheidung dient und seinerseits mit der Aussenwelt kommunizirt. So ist der Herzbeutelraum von Muschelthieren zuweilen Schmarotzern zugängig, wie sich z. B. bei Teichmuscheln in ihm der Trematode Aspidogaster einnistet. Im Normalen steht die Herzkammer jederseits mit einer Vorkammer durch eine Spalte in Verbindung und die Vorkammern liegen gleich zwei Flügeln neben der Kammer. Durch ihre doppelte Wurzel umgürtet die vordere Aorta den Darm und bei Arca ist die Kammer selbst doppelt vertreten. Mit einseitiger Verlagerung des Ventrikels und in Verbindung mit ungewöhnlichen Verhältnissen der Kiemen kann das Herz sich weiter vom Darm entfernen, seine Vorkammern können mehr nach hinten rücken und sich einander nähern. Die Kontraktion der Kammer folgt der der Vorkammern und es wird der Rückfluss des Bluts durch Klappen verhindert.

Die Grundlagen des arteriellen Systems bilden die gedachte Aorta oder Arteria principalis anterior, deren zwei Wurzeln, in ihrer Verbindung zu

dem einfachen Stamm, den Gefässring, die Durchbohrung des Herzens durch den Darm, darstellen und meist eine Aorta posterior.

Die vordere Aorta, über dem Mastdarm gegen das Kopfende verlaufend, versorgt alle nach vorn vom Herzen gelegenen Theile: das Eingeweideknäuel vom hinteren Rande her, den Magen und die Leber vom Rücken her, den Fuss, etwaige starke Mantelentwickelungen gegen einen faltigen oder spiralen Umbo der Schalen hin, die Mundlappen, den vorderen Schliessmuskel, den Mantel, dessen Rand die betreffenden Aeste von vorn her umlaufen. Die hintere Aorta liegt unter dem Mastdarm in dessen Richtung; sie versorgt den hinteren Schliessmuskel, die Muskelmasse zur Rückziehung der Siphonen, die letzteren selbst und den Mantel, längs dessen Rand die betreffenden Aeste von hinten nach vorn gehen. Grösse der Aeste und, soweit es die Siphonen, deren Rückziehmuskeln und die vorderen Schliessmuskeln betrifft, Vertretung überhaupt richten sich nach der Entwickelung der betreffenden Theile. Auch können die Funktionen der hinteren Aorta unter Fehlen derselben der vorderen mit übertragen sein, so bei dem Schiffsbohrwurm Teredo. Es dürfte hierdurch wohl hervortreten, dass der Gegensatz dieser beiden Aorten weniger bedeutsam ist, als der Gegensatz der Eintrittsstellen des Blutes aus den Kiemen in das Herz einerseits und der zusammenzufassenden Austrittsstellen mehr oder weniger zu zwei Aorten oder Prinzipalarterien gruppirter Gefässe andererseits. Es ist dies ein ähnliches Verhältniss, wie wir es oben bei brachyuren Krebsen gefunden haben. Bei der hierneben gezeichneten Meleagrina werden durch die geringe Ausdehnung der basalen Anwachsung der um so mehr vertikal entwickelten Kiemen die Vorhöfe so gestellt, dass sie weiter vorn zu liegen scheinen als der Ventrikel. Wenn man aber der Rückenlinie folgt, ist das keineswegs der Fall und die „normale“ Lage lässt sich leicht herstellen.

Fig. 199.



Meleagrina occa Reeve, margaritiferae autorum varietas, von Massaua am rothen Meere; in natürlicher Grösse nach Wegnahme der linken Schale und des linken Mantellappens. a. Mundlappen. b. Byssus, aus der Fussspalte vortretend. c. Linke Kieme, darunter die rechte. d. Rechter Mantellappen. e. After. f. Schliessmuskel (hinterer, hier alleiniger). g. Mastdarm. h. Herz.

Das arterielle Blut gelangt aus den genannten Bahnen in die knappen Räume zwischen den Eingeweiden und kann namentlich im Mantel in regelmässigen Bahnen gesehen werden, welche es zu Blutkammern, Sinus, Reservoiren führen, aus welchen es direkt zu den Herzvorhöfen oder zunächst in die Vasa afferentia der Kiemen oder auch zu dem Bojanus'schen Organe gelangen kann, um erst durch Vermittelung dieser

Nebenbahnen zum Herzen zurückzukehren. Die Gestalt, Lage, Verwendung dieser Reservoire muss sich den Modifikationen der Gesammtgestalt, der Kiemen, der Vorhöfe anpassen.

Robin, Keber und Langer haben vorzüglich die Meinung vertreten, dass die venösen Blutbahnen der Muscheln mit eigenen Wänden ausgerüstet seien. Es sind wenigstens die den Lakunen zugewendeten Flächen der Organe zuweilen mit deutlichen Epithelien, zuweilen wenigstens mit sehr feinen Cuticulae von unbestimmterer Beschaffenheit überzogen. Es nimmt in anderen Fällen die Substanz, durch welche das venöse Blut durchgeht, nach Anordnung und in Gewebselementen den Charakter maschiger und erektiler Gewebe an.

In solchen, namentlich in den Mundlappen, dem Mantelrande und dem Fusse, lassen nach Flemming die Schwellnetze oder Schwellgefässe Langer's als Fortsetzungen wahrer Gefässe und in Form verästelter, sehr erweiterbarer Schläuche bis jetzt ein Endothel nicht erkennen. Ihre Wand wird gebildet durch Bindegewebe mit unabgegränzter Interzellularsubstanz und Spindel- und Sternkörpern; der Hohlraum entspricht Bindegewebspalten. In den Zwischenräumen zwischen den Schläuchen liegen grosse „Schleimzellen“, welche Kollmann für Lakunen ansah. Daneben gebe es die wahren von Kollmann nachgewiesenen Kapillaren, aber wahrscheinlich auch ein Zusammenfliessen jener Gefässe zu kavernösen Ausbreitungen zwischen den Organen.

Das Blut, welches durch die vorderen und hinteren Mantelarterien in den Mantel getreten war, hat in diesem Organe gewisse Funktionen, namentlich die Schalenabsonderung zu besorgen, die Muskulatur des Mantelsaumes, etwaige Augen und Anderes zu ernähren, aber von den Stellen dieser Funktionen, welche wesentlich am Rande geschehen, zurücklaufend, hat es gute Gelegenheit, in der dünnen, auf der Innenfläche wimpernden Membran seine Gase mit umspülendem Wasser auszutauschen, zu athmen. Diese Portion des Blutes tritt von da wesentlich direkt zum Herzen zurück, indem die Mantelvenen, in einer Reihe oder mehr oder weniger zu Hauptstämmen verbunden, sich in die Vasa branchiocardiaca, das sind diejenigen Reservoire, aus welchen das Blut in die Herzvorhöfe gelangt, und zwar zunächst an diesen Vorhöfen, oder sich gar direkt in die Vorhöfe ergiessen.

Das venöse Blut aus dem Rumpfe dagegen sammelt sich zum grössten Theile in der Mittellinie zwischen den hinteren Fussmuskeln in einem Sinus medianus inferior oder in symmetrischen Gefässen und gelangt von da durch zahlreiche Poren oder Aestchen in das darüber gelegene Netzwerk des Bojanus'schen Organs, welches der Entdecker wegen des maschigen Gewebes für eine Lunge ansah, welches aber vielmehr eine Niere ist. Aus dem Capillarnetze dieses Organs wird es durch dessen Vasa efferentia in die venösen Sinus an der Wurzel der Kiemen, Sinus branchiales, gebracht.

Ein kleiner Theil des venösen Blutes endlich, namentlich vom hinteren Manteltheil und von den hinteren Schliessmuskeln, gelangt direkt in diese Sinus branchiales, ohne durch das Bojanus'sche Organ zu passiren.

Die Sinus branchiales liegen an der Wurzel der Kiemen. Sie entsenden in jeden vertikalen Balken oder jede Falte der einzelnen Kiemen ein Vas afferens, eine Arteria branchialis, welche unter rechten Winkeln ihre Zweige in das Kiemengitterwerk entsendet, gegen den freien Rand hin mehr und mehr eingeengt. Von diesem ausgehend, nehmen Kiemenvenen, Vasa efferentia, das Blut, welches geathmet hat, ebenso wieder unter rechten Winkeln aus den Aestchen des Netzwerkes und bringen es in die den Sinus branchiales parallel gelagerten Hauptbehälter arteriellen Blutes, Vasa branchiocardiaca, aus welchen es in die Vorhöfe tritt. Wenn die Kiemen zugleich als Bruttaschen dienen, wird das Gefässsystem in ihnen noch reicher und komplizirter.

Das Pericardium der Muscheln scheint ein vollkommenes Pericardium zu sein, welches als sackförmige Einstülpung das Herz und meist auch die Vorkammern zunächst in eine Rückstülpung aufnimmt, so dass seine innere Lamelle dem Herzen angewachsen, seine äussere, eine kontinuirliche Fortsetzung der inneren, frei ist und einen vom Bojanus'schen Organe aus in verschiedenem Grade mit Wasser füllbaren Hohlraum umschliessen kann. Es versteht sich dann leicht, wie zuweilen, bei Anomia, der Herzkörper, Mangels solcher Einstülpung, der Haut platt anliegt. Vom Perikardialraum aus scheint kein Wasser in das Herz anders als etwa durch Diffusion zu treten. Es wird also von Oeffnungen des Gefässsystems an anderen Stellen abhängen, ob statt einer Kombination von wasserführenden Schwellorganen mit blutführenden eine wirkliche Kommunikation zu Stande kommt (vergl. hierzu auch p. 333 u. 384).

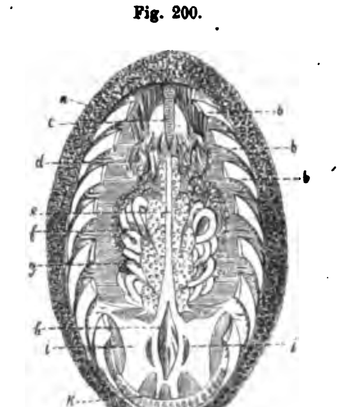
Mangels der Oeffnungen im Herzen würden dabei solche in den Sinus oder in den Gefässen, namentlich etwaige Oeffnungen in den Gefässen des Bojanus'schen Organs in Betracht kommen. Rolleston will sich durch gesonderte Injektion des arteriellen, des venösen und des Wassergefässsystems bei Unio und Anodonta überzeugt haben, dass das Blutgefässsystem durchaus geschlossen sei und nur erweiterte Stellen im Fusse und im Bojanus'schen Organe habe; dass ein gesondertes Wassergefässsystem besteht, dessen Röhren vom Bojanus'schen Organe aus in den Rumpf eintreten, die Geschlechtsorgane umziehen, Geschlechtsprodukte austreten lassen und im Fusse mit einer grösseren Pore (bei Unio) oder mehreren kleinen das Wasser rasch ausspritzen lassen können.

Die verschiedenen Blutwege werden den Muscheln gestatten, je nach dem verschiedenen Verhalten in Schalenöffnung und Schalenschluss die Zirkulation durch die Kiemen und den Mantel zum grössten Theile oder ganz still zu stellen, ohne dass das Herz dabei durch Stauung litte.

Bei den Dentalien wird nach Lacaze Duthiers die Arbeit des Herzens durch die Kontraktionen des einen Sinus perianalis durchsetzenden, Wasser von aussen aufnehmenden Mastdarms ersetzt. Jener Sinus hat jederseits unten eine kleine, verschliessbare, mit der Aussenwelt kommunizirende Oeffnung und steht übrigens mit den theils sinuösen, theils gefässartigen Bluträumen des Körpers in Verbindung, welche zum Theil selbst der Zusammenziehung fähig sind. Die Blutbewegung wird in der Hauptsache am ersten so zu denken sein, dass sie vom unvollkommenen Herzen durch zwei Gefässe zu dem das Gehirn umfassenden Sinus suprapharyngeus, von diesem durch die Gefässe des Mantels und den Sinus pediaeus zum Sinus abdominalis und aus diesem wieder in das Herz gelangt.

Bei einigen kleinen Aeolidiern ist ein Herz bis dahin nicht erkannt worden; im Uebrigen sind die Verhältnisse des Gefässsystems bei den Gastropoden im Prinzipe ziemlich gleichartig und schliessen sich denen der Lamellibranchiaten deutlich an. Am nächsten kommen letzteren in gewisser Beziehung die Haliotiden, Seeohren und andere Rhipidoglossa, indem bei ihnen das Blut von zwei Kiemen in zwei getrennte Vorhöfe fliesst und das Herz den Mastdarm umfasst.

Fig. 200.



Chiton spiniger Sowerby aus dem rothen Meere bei Massaua; von oben, nach Wegnahme der Schalen und der Rückenhaut, in natürlicher Grösse. a. Der granulirte Rand. b. Die verdickten Hautbrücken, an welchen die Schalen eingefalzt sind, abgeschnitten. c. Die radula in der eröffneten Mundhöhle. d. Die Mundmasse mit Muskeln und Speicheldrüsen. e. Die Aorta. f. Die Darmschlingen, von der Leber begleitet. g. Die Geschlechtsdrüse. h. Der Ventrikel des Herzens, aufgeschnitten, um die Muskelbündel zu zeigen. i. i. Vorhöfe. k. Mastdarm.

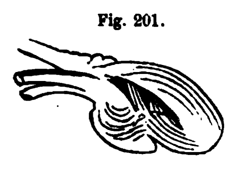
Bei den Käferschnecken, Chitoniden, liegt das Herz auf dem hinten median mündenden Mastdarm und empfängt das Blut zweier Vorhöfe mit je zwei Oeffnungen der betreffenden Seite, so gewisse Krebse in die Erinnerung zurückrufend. Zu den Vorhöfen führt jederseits eine starke Kiemenvene. Das Blut gelangt aus dem Ventrikel in eine Aorta anterior, welche bis auf die Mundmasse verfolgt werden kann, zunächst auf der Geschlechtsdrüse liegend und dicht unter der Haut, dieser durch Fäden, welche voraussichtlich Gefässe zur Haut führen, verbunden. Der Raum, in welchem Herz und Vorkammern liegen, ist durch ein Septum nach vorne und nach dem Bauche zu abgegränzt. Das Herz zeigt aufgeschnitten starke Längsmuskelbündel. Wie die Abbildung zeigt, entfernt sich der einzelne Vorhof zwischen seinen beiden Verbindungen mit der Kammer mit seiner Wandung von dieser.

Bei den meisten Schnecken dagegen wird das Vorkammersystem ein-

fach. Es geschieht das durch Zusammenrücken nach der Mitte und hinten, im Falle die Kiemen hinter dem Herzen liegen, Opisthobranchia, oder fehlen. Das Herz liegt dann hinten unter der Rückendecke. Wird dagegen die Einfachheit der Vorkammer hergestellt durch Verdrängung des Herzens auf eine Seite, in der Regel die linke, bei starker und asymmetrischer Entwickelung des Eingeweidesackes, so liegt die Vorkammer vor dem Herzen, entsprechend der gleichzeitigen Lage der Kiemen oder der Lunge auf dem Nacken, Prosobranchia und Pulmonata, und dieses geschieht auch bei den Cyclobranchia oder Patelliden und den Heteropoda. Das Herz liegt bei jenen dann der hintersten Bucht der Kiemenhöhle oder Lungenhöhle an, bei den Heteropoda am Nucleus.

Das Herz empfängt dann in einfachem Vorhof direkt das Blut aus den Gefässen der Kiemen oder Lungen; aus dem Vorhofe gelangt das Blut in die Kammer, aus dieser in die Aorta und ist dabei durch Falten oder Klappen in der Richtung gesichert. Bei grossen Schnecken, wie Dolium, Tritonium, Cassis und dergleichen kann die Wand des Herzens über eine Linie an Dicke messen. Die Anordnung der Muskeln, ihre sehnigen Ausläufer, die Abhebung des Muskelkörpers, so dass an seiner Wurzel eintretender und austretender Stamm zusammenliegen, können bei solchen sehr an Wirbelthiere, besonders Fische, erinnern. Die Herzschläge sind bei grösseren, z. B. der Weinbergschnecke, leicht zu zählen, zwanzig bis dreissig in der Minute, bei Heteropoden, ohne dass man das Thier verletzt. Das Herz liegt in einem Pericardium.

Fig. 201.



Herz von Dolium galea Lamarck von Messina, natürliche Grösse: durchschnitten, um die Herzhöhle zu zeigen.

Auch wenn der Vorhof vor dem Herzen liegt, übergiebt letzteres das Blut einer Aorta anterior, welche sich dann aber, da sie zunächst nach hinten gerichtet ist, umbiegen muss, um nach vorne zu gelangen, und vorher für die hinten liegenden Theile einen Stamm abspleist.

Sowohl am Vorderende der dorsalen Aorta der Chitoniden, als da, wo bei Haliotiden und Fissurelliden, Patellen und Heteropoden die Aorta anterior den Kopf erreicht, oder auch noch früher entleeren plötzlich die bis dahin feinen Gefässe das Blut in weite Lakunen, in welchen es das Gehirn, die Zungenscheide und andere Organe umspülen kann. Bei den Uebrigen ist das arterielle System auch am Kopfe röhrig. Die Aeste und Verzweigungen richten sich nach den Theilen, deren Lage und Entwickelung, und erhalten ihre Namen nach den von ihnen versorgten Partieen. Das grosse Segel der Tethysschnecke beispielsweise erhält seine besonderen Arterien.

Es ist leicht ersichtlich, dass die anscheinende Gegensetzung der Richtung des Blutstroms und der Lage des Herzens, welche die Prosobran-

chiaten den Opisthobranchiaten hat entgegenstellen lassen, sich vermittelt, wenn man auch hier, von der dorsalen Lage der Athmungsorgane und dann des Herzens ausgehend, den Strom mehr als vom Rücken aus zu den Eingeweiden ventralwärts, in die Tiefe gehend sich vorstellt, dabei allerdings mit Ueberwiegen der anfänglichen Richtung nach vorne oder nach hinten und im ersteren Falle eventuell mit besonderem Ursprunge einer hinteren Aorta oder zweier lateraler hinterer Stämmchen schon vom Herzen aus, im letzteren stets mit anfänglicher gänzlicher Zusammenlegung der aus dem Herzen führenden Bahnen.

Das venöse System beginnt bei den Schnecken mit Lakunen. Die Leibeshöhle, die Zwischenräume zwischen den Muskelbündeln, die feineren Lücken zwischen den Organen, die Unterhauträume sind nach den Untersuchungen zuerst von Pouchet, dann namentlich von H. Milne Edwards mit Blut gefüllt. Nach dem oben (p. 343) Mitgetheilten wäre es aber in einem Falle zweifelhaft, ob die Arterien in diese Hohlräume offen münden, während es in anderen ganz sicher ist. Pouchet betrachtete die Blutbahnen durch solche Hohlräume mehr als kollaterale zu denen in den geschlossenen Gefässen, denen der Lymphgefässe der Wirbelthiere ähnlich. So erscheint es fraglich, ob regelmässig die Blutmasse einen eigentlichen Kreislauf durch die zuweilen sehr weite Leibeshöhle habe. Dass die Leibeshöhle aber, wie in einigen Fällen mit den Arterien, so in anderen mit den zu den Athmungsorganen führenden Gefässen und dem Herzen kommunizirt, dürfte durch Injektionen klar gestellt sein. Aus den gedachten Hohlräumen stellen sich nämlich in der Regel gegen die Athmungsorgane hin sowie in diesen selbst wieder förmliche Gefässe her, in welche jene Sinus entweder in allmählicher Einengung übergehen oder in siebförmiger Wanddurchlöcherung münden. Doch kann das Blut zu den Athemorganen, so bei Limax, auch schon aus grösseren Entfernungen in Gefässen geführt werden und bei niederen können umgekehrt die besonderen zu den Kiemen führenden Gefässe fehlen.

Noch allgemeiner sind die von den Athmungsorganen zum Herzen führenden Bahnen gefässartig und es erhalten vor Allem die Lungenschnecken in der Decke ihrer Athemhöhle zwischen den zuführenden und abführenden Gefässen ein reiches Netz. Die Rückführung einiger Bahnen aus dem Körper mit Ausschaltung der Athmungsorgane direkt zum Herzen, am bedeutendsten bei Doris, gestattet die Ausserdienststellung des Athmungsapparates und Kompression der Athemhöhle oder der Kiemen für einige Zeit ohne Schaden für das Herz. Die Anordnung, Symmetrie oder Zusammenlegung der Gefässe von den Kiemen oder Lungen zum Herzen wird wie die Richtung des Stromes in Beziehung auf Vorn und Hinten von den besonderen Einrichtungen des Athmungsapparates bestimmt. Zwischen den vom Athem-

organ zum Vorhofe führenden Gefässen und dem letzteren kann sich ein Sinus branchiocardiacus einschieben.

Venöse Gefässe können sich übrigens auch an anderen Stellen deutlich entwickeln, im Mantel, an den Eingeweiden der Haliotiden.

Bei Phylirhoe bucephalum Peron beschrieben H. Müller und Gegenbaur einen von den früheren Beobachtern anders gedeuteten, im Körper vom Herzen bis gegen das abgeplattete Hinterende des Körpers laufenden länglichen Schlauch dahin, dass er etwa in der Mitte seiner Länge mit einer kleinen gewimperten Röhre nahe dem After nach Aussen, vorne ebenso in den Herzbeutel münde, welch letzterer zwar nicht direkt mit dem Herzen in Kommunikation stehe, aber in Verbindung mit der Leibeshöhle

Fig. 202.



Helix pomatia Linné, Weinbergschnecke, in natürlicher Grösse. Die Eingeweide sind präparirt, die Athemhöhle ist durch Spaltung ihrer Decke eröffnet.
a. Der linke Augenstiel, vorgestreckt. b. Die Stelle, an welcher der rechte Augenstiel eingezogen ist. c. Penis. d. Retrahirter rechter Augenstiel. e. Mundtentakel. f. f. Flagellum des Penis. f[1]. Pfeilsack. g. Sohle des Fusses. h. Seitenwand des Fusses. i. Muskel zur Befestigung des Penis. k. Lungenvenenhauptstamm. l. Herz; die Scheidung zwischen Kammer und Vorkammer ist durch die Injektion verstrichen. m. m. Speicheldrüsen. n. n. Magen. o. Zwitterdrüse. p. Ausführungsgang der Zwitterdrüse. q. Eiweissdrüse. r. Uterus. s. Scheide. t. Schaldrüsen. u. Vas deferens. v. Samentasche. w. Deren Ausführungsgang. x. Stelle, an welcher die Gallengänge in den Darm münden. y. y. y. Darm. y[1]. After in einem abgelösten Stücke des Mantelsaumes. z. Leber.

einen venösen Sinus darstelle. So kommunizire das Blut mit dem Meereswasser. Blutkörperchen jedoch fanden sich in jenen Schläuchen nie, obwohl das Blut dieser Schnecke deren besitzt. Dieses Organ fand Gegenbaur auch bei einer äolidischen Nacktschneckengattung Polycera und so zieht es sich von den Pteropoden, bei welchen es Gegenbaur, allerdings in mancherlei Gestalt, allgemein fand, und den Heteropoden, bei welchen es gleichzeitig mit Jenem Leuckart zwischen Herzvorhof und Kiemen beschrieb, zu den Gastropoden hinüber, allgemein einerseits mit dem Vorhofe, andererseits mit der Aussenwelt in enger, wimpernder Verbindung und

rhythmisch, unabhängig von dem Herzrhythmus, kontraktil. Auch Farbstoffpartikelchen gehen nicht in den Vorhof über. Durch die Lage und durch die bei Carinaria vorkommenden Kontraktionen ist dieses Organ als Homologon und Analogon der Niere anderer Schnecken und des Organs des Bojanus gekennzeichnet, bei den oben angeführten Formen aber mag der Harn wasserhell sein. Das Organ dient übrigens in höherem Grade der Wassereinfuhr in die Körperhöhle, insbesondere in den Herzbeutelraum, als der Harnausscheidung: Leuckart sah es viel mehr Wasser einführen als ausstossen; ja in der Regel war während seiner Kontraktion die äussere Oeffnung durch einen Ringmuskel geschlossen und es fand also durch dieselbe nur eine Einpressung in den Körper statt.

Schon einige Jahre früher, 1850, hatte Leydig bei seiner für das Verständniss des Gefässsystems der Schnecken wichtigen Untersuchung der Paludina vivipara Linné einen von Paasch entdeckten Sack in dem Kiemenhöhlendache jener Süsswasserschnecke zwischen Mastdarm, Niere, Geschlechtsdrüse und Herz als mit Blut einschliesslich einer geringen Zahl von Blutkörperchen, gefüllt, mit Wimperzellen ausgekleidet, einerseits mit der Athemhöhle, andererseits mit der Niere kommunizirend, dieser als Ausführungsgang dienend, erkannt und nach dem Zusammenhange in Füllung und Entleerung als mit den Nierengefässen in Verbindung stehend angesehen. Für verschiedene Kammkiemer beschrieb Huxley einen gleichen, aber nicht kontraktilen Sack, welcher mit der Kiemenhöhle und andererseits mit dem Herzbeutel selbst kommunizirte.

Alles dieses ist verständlich, wenn das Harnorgan als auf irgend eine Weise an einer Leibesspalte, bei den Würmern einer Segmentalspalte oder einem Segmentalgang, welcher aus dem Coelom nach Aussen führt, angelegt und das Gefässsystem mit dem Coelom in offener Verbindung gedacht wird. Wahrscheinlich ist auf diese Weise Alles, was von Wasseraufnahme in das Blut auch schon früher, namentlich von delle Chiaje bei Schnecken, angegeben und vermuthet wurde, zu erklären. Die Hautdrüsen der Sohle, des Mantelrandes, des Hinterrückens können allerdings durch Auspressen ihrer oft schaumigen Sekrete Einiges zur Volumverminderung einer Schnecke beitragen, aber Blutflüssigkeit wird aus ihnen nicht entleert.

Die Pteropoden schliessen sich auch im Uebrigen, so durch Besitz einer Herzkammer mit Vorhof, in die Leibeshöhle sich öffnender arterieller Gefässe und das venöse Lakunensystem den niederen Gastropoden eng an. Das Herz liegt links; retortenförmig richtet es den Ausgang und die Aorta gegen das Eingeweideknäuel, wo dann der stärkere Ast nach vorne, mit den letzten Zweigen in die Flossen sich wendet, in welchen allein Kapillaren auftreten, der schwächere gegen die hintere Körperspitze läuft. Die Leibeshöhle ist nach Gegenbaur bei Hyalea durch ein Querseptum in zwei

Abschnitte getheilt; an jeder Seitenwand des vorderen Abschnittes, des Kopfsinus, führt eine mit Klappen geschlossene Oeffnung in die Hohlräume des Mantels und dient bei Rückziehung der Flossen, um einer zu reichlichen Blutansammlung im Kopfsinus abzuhelfen. Unterhalb der Herzkammer liegt die Vorkammer und empfängt das Blut aus dem Perikardialraum oder, bei Hyalea, aus einem besonderen Sinus an der Basis der Kiemen. Nach Souleyet liegt bei Cleodora der Herzvorhof weiter rückwärts als die Kammer.

Bis zu einem gewissen Grade bleiben auch bei den Cephalopoden die Eigenthümlichkeiten des Gefässsystems der Gastropoden erhalten. Eine Herzkammer mit starken Wänden, deren Muskeln nach Hancock gestreift sind, im hinteren Theile der Eingeweidehöhle, welchen wir auch als den meist dorsalen betrachten können, gelegen, treibt das Blut sowohl in eine vordere Aorta, welche die oberen Partieen des Verdauungskanals, die Leber, die Speicheldrüsen, das Hirn, die Augen, den Mantel, den Trichter und, erst in zwei, dann in entsprechend viele Aeste getheilt, oder aus einem den Schlund umfassenden Gefässringe die Arme mit Gefässen versorgt (vergl. Fig. 136 i., p. 280), als in eine hintere, welche nach vorne umgebogen das Blut zu den unteren Partieen des Darms, dem Tintensack, und der ventralen Mantelfläche führt. Die Geschlechtsorgane erhalten ihr Blut entweder von diesem letzteren, oder von einem besonderen Stamme, welcher dann das Blut wirklich vom Herzen nach hinten führt. Die Arterien der Arme und der etwaigen Flossen haben dabei nach Hancock sekundäre Herzanschwellungen.

Entsprechend dem symmetrischen Bau des animalen Theils des Körpers und der symmetrischen Anordnung der Kiemen stimmt das Herz in gewisser Beziehung mehr mit den Lamellibranchiaten, den Chitonen und Aehnlichen. Die Gefässe, welche das Blut von den Kiemen empfangen und zum Herzen zurückführen, sind bei der grossen Gruppe der Zweikiemer deutlich zu Vorhöfen erweitert, haben an dieser Stelle Muskeln und rhythmische Kontraktion; weniger bei den vierkiemigen Nautiliden. Zwischen Vorhöfen und Ventrikel befinden sich Klappen. Je mehr die animale Sphäre dominirt, um so mehr erscheint das Herz symmetrisch gelagert und geformt, so bei den gestreckten, schnell schwimmenden Dekapodenformen mit kleiner Eingeweidehöhle; bei den plumperen Sepien und mehr bei den Oktopoden wird es etwas gedreht, seitlich gelagert, und die Opposition der austretenden Aorten verringert sich. Es ist dem Herzen in der Regel, aber nicht von Hancock, ein Pericardium zugeschrieben worden.

Dem Organ des Bojanus entsprechend liegen an den zu den Kiemen führenden, gleich weiter zu besprechenden Gefässen zwei oder vier schwammige Organe in Säcken, welche in die Kiemenhöhle mit feiner Oeffnung auf einer Papille münden, in „Seitenzellen“. Die dem Sackraum zugewendeten

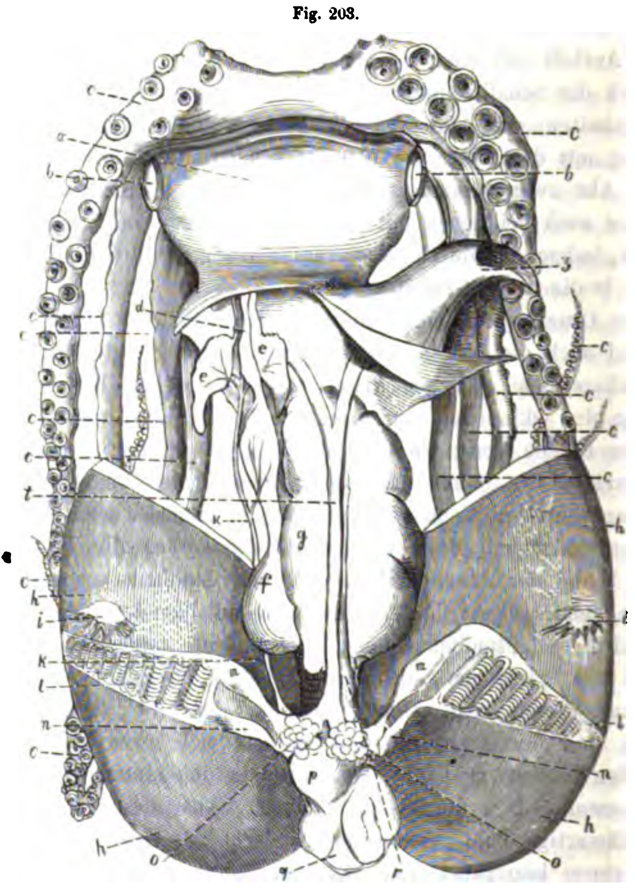
Flächen dieser Organe sondern gefärbte, Harnsäure enthaltende Konkretionen ab, die Organe sind also wahre Nieren. Die Sackräume kommuniziren nach Krohn mit der Leibeshöhle, nach Owen beim Nautilus mit der Herzbeutelhöhle, bei den Oktopoden mit einem anderen, die traubigen Geschlechtsdrüsen umschliessenden Sackraum. Bei Nautilus hat nach Keferstein die Perikardialhöhle nicht allein noch direkte Oeffnungen nach Aussen, sondern sie steht auch in Verbindung mit dem Hohlraum in dem lang ausgezogenen Antheil dés Körpers, insbesondere des Mantels, welcher sich röhrig durch die Schalkammern vermittelst des sogenannten Sipho fortsetzt. Die Einzelnheiten der Aufnahme von Wasser in den Körper und dessen Vermischung mit dem Blute lassen um so mehr weitere Aufklärung wünschen, als dieser Akt zwar besonders wichtig für die Gattungen mit äusserer Schale, aber auch bei denen mit nur innerer Schale oder ohne solche bedeutsam ist, indem der durch Wasseraufnahme gesteifte Körper der Muskelarbeit eine bestimmtere Grundlage giebt.

In den Organen mit beschränkteren Hohlräumen, namentlich an den Armen, sind auch die venösen Blutbahnen gefässartig und scheint ein förmliches Kapillarsystem zwischen Arterien und Venen zu bestehen. An den acht Armen der Oktopoden laufen an den beiden Rändern der dem Munde zugewandten Fläche Venen herab, vereinigen sich erst zu acht Stämmen, dann zu zwei an den Seiten des Kopfes verlaufenden Venae faciales, endlich zu einer ventralen Vena cephalica, welche zunächst noch die Venen des Trichters aufnimmt und dann in der Mittellinie der die Eingeweidehöhle deckenden Wand der Athemhöhle als Truncus medianus nach hinten zieht. Bei den Dekapoden fliesst das Blut der Arme mit dem der anderen Kopftheile in einen Hirn- und Mundmasse umgebenden Sinus cephalicus, aus welchem dann, statt aus Stämmchen, die Vena cephalica entspringt. Bei den Oktopoden nimmt dieser Truncus medianus nur das Blut der tieferen Theile des Kopfes und der Arme auf und entleert sich zwar bei Eledone auch direkt in den Truncus medianus, sonst aber in den hinterwärts anstossenden Sinus peritonealis, d. i. die Viszeralkammer. Aus dieser führen dann besondere gefässartige Tubi peritoneales, schlecht mit dem Namen der Venae cavae anteriores bezeichnet, zum Sinus medianus. Die Viszeralkammer, in welcher Speiseröhre, Magen, vorderer Darmabschnitt, Speicheldrüsen, Leber, Aorta u. s. w. schwimmen, repräsentirt dabei zugleich physiologisch das System der Chylusgefässe. Doch giebt es an den Eingeweiden auch wirkliche aufsaugende Lymphgefässe, und jene venöse Abdominalkammer hat ihre besonderen Wände. Bei den Dekapoden werden überhaupt jene Hohlräume beschränkt, gefässartig eingeengt. Bei den Nautiliden ergiesst die Kammer ihren Inhalt durch eine Reihe von Löchern in die Vena cephalica. Diese Löcher, nach Owen fünfzehn, nach Valenciennes noch mehr an Zahl,

können je nach Kontraktion der Muskelfasern, zwischen welchen sie durchgehen, sich öffnen und schliessen.

Wenn die Vena cephalica in die Nähe der Basen der Kiemen gelangt ist, gabelt sie sich und entsendet nach rechts und links eine sogenannte Vena cava, welche bei den Tetrabranchiaten sich wieder in zwei Aeste

Fig. 203.



Octopus vulgaris Lamarck ♂, aus dem Mittelmeer, in natürlicher Grösse, vom Bauche gesehen, mit Spaltung der Athemkammer, Auseinanderlegung der Hälften und Bloslegung der Eingeweide von derselben aus.

a. Kopf. b. b. Augen. c. c. c. Arme. d. Speiseröhre. e. e. Speicheldrüsen. f. Magen. g. Leber. h. h. Lappen der Decke der Athemkammer, des Mantels. i. i. Sternganglien des Mantels. k. k. Aorta anterior. l. l. Kiemen. m. m. Kiemenherzen. n. n. Erweiterungen der Vasa efferentia, Vorhöfe. o. Nierenanhänge der Hohlvenen. p. Herzkammer. Der Perikardialüberzug spannt sich zur Geschlechtsdrüse hin. q. Hoden. r. Samenleiter. s. Trichter, an der Wurzel gelöst und bei Seite geschlagen. t. Vena cephalica oder Truncus medianus, sich vorne aus den Venae faciales zusammensetzend und sich hinten in die Venae cavae theilend.

theilt. Venen der Geschlechtsorgane und der Leber können direkt mit diesen Venae cavae, beziehungsweise der Vena cephalica sich verbinden.

Die Schwammkörper der Nieren liegen diesen Venae cavae, auch den Tubi peritoneales an.

Sind dann die zwei oder vier Venae cavae an dem äusseren Winkel der Basis der Kiemen angelangt, so werden sie zu Vasa afferentia der Kiemen, welche sämmtliches Blut in diese Organe führen. Klappen sichern hier die Richtung des Stroms und bei den Dibranchiaten, also wo nur zwei cavae vorhanden sind, entwickelt sich jenseits dieser Klappen durch sackartige Erweiterung und muskulösen Beleg die einzelne Vena cava zu einem Kiemenherz, wie ein solches auch wohl bei Gastropoden, besonders bei den Dorisschnecken, angenommen worden ist.

Das Vas afferens oder die Arteria branchialis steigt an der äusseren Kante der einzelnen Kieme hinauf, entsendet Aeste in deren doppelte Reihe von Querbändern, wo sie sich in Kapillaren auflösen, aus welchen die gleich geordneten Wurzeln des Vas efferens oder der Kiemenvene hervorgehen, welche an der inneren Kante der Kieme herabsteigt und zu dem Vorhofe ihrer Seite führt.

Die Poren, welche auf der Haut der Cephalopoden, besonders am Kopfe öfter erscheinen und beispielsweise der Gattung Tremoctopus den Namen gegeben haben, kommuniziren schwerlich mit der Leibeshöhle und den Bluträumen.

Die Blutflüssigkeit der Mollusken hat öfters einen leichten Stich in's Grüne oder Blaue, die einiger Schnecken, so der Gattung Planorbis, ist roth. Die Blutkörperchen sind bei den Cephalopoden zahlreicher als bei den niedrigeren. Glatte mit einem einfachen Kerne treten bei ihnen öfter an Stelle homogener oder einen Haufen kleiner Körnchen bergender. Auch die Substanz der Körperchen kann leicht gefärbt sein, namentlich bei den Cephalopoden in's Bläuliche.

Bei den Brachiopoden wurde früher jederseits ein Herz, und bei Rhynchonella jederseits ein Paar Herzen angenommen. Diese sollten je einen trichterartigen Vorhof und einen Ventrikel haben. Huxley zeigte, dass diese Organe neben dem Munde nach Aussen und in die Peritonealhöhle münden, und dass sie nicht in der Weise mit Arterien in Verbindung stehen, wie Owen das ausführlich beschrieben hatte. Sie sind augenscheinlich Segmentalspalten und fungiren nach Hancock als Ausführungsgänge für Geschlechtsprodukte und vielleicht als Harnorgane und Harngänge, ohne anders als durch die Viszeralhöhle mit dem Gefässsystem zu kommuniziren. Auch die röthliche Farbe, welche sie nach Lacaze Duthiers bei Thecideum mediterraneum Risso zeigen, erinnert an das Bojanus'sche Organ. Hancock entdeckte zugleich 1857 das wahre Herz als einen birnförmigen Schlauch auf dem Magen. Vier Arterien führen aus ihm das Blut zu den Geschlechtsdrüsen, dem Magen und dem Mantel und beschleunigen dessen Lauf durch eigene kontraktile Anschwellungen. Das

Blut tritt dann in Lakunen des Mantels und der Körperwände oder in solche der Armhöhlen und kehrt aus jenen mit zwei besonderen Stämmen, aus diesen direkt in ein periösophageales Lakunensystem und aus diesem in's Herz zurück. Die Leibeshöhle steht mit den Lakunen des Mantels in Verbindung. In den beiden Mantellappen gestaltet sich nach Owen die Gefässverbreitung so, dass das zugeführte Blut jedesmal in einem Randsinus, Sinus marginalis, sich sammelt und von dort in centripetalen Strömen zu zwei gemeinsamen Sinus palleales an den Seiten des Körpers geführt wird.

Allen Wirbelthieren kommt ein, mit Ausnahme der oben (p. 330. 331, 343) geschilderten Kommunikationen des den Wirbelthieren, wenigstens in der vollendeteren Gestaltung, eigenthümlichen Lymphgefässsystems mit der Leibeshöhle und gleichartigen Höhlen und mit den Gewebsräumen, geschlossenes Gefässsystem, in welchem Arterien und Venen durch Kapillarnetze verbunden sind, zu; allen, wenigstens für die Aufsammlung des rückfliessenden Blutes ein centrirtes Herz. Nur bei Amphioxus ist der arterielle Herzabschnitt in eine Reihe pulsirender Körper aufgelöst, welche an Zahl den Kiemenbogen entsprechen. Doch setzen sich pulsirende Wände nicht allein vom Herzen aus auf Gefässe fort, sondern finden sich auch von ihm entfernt an Blutgefässen und an Lymphgefässen. So fand Schiff rhythmische Kontraktionen an den Ohrarterien des Kaninchens, Wharton Jones an den Flügelvenen der Fledermäuse, Saviotti an den Arterien der Froschschwimmhaut, und solche sind von der Innervation abhängig. Bei den Wiederkäuern ist das Endstück der vorderen und der hinteren Hohlvene von quergestreiften Muskeln umgeben. Schon Leeuwenhoek kannte das Lymphherz am Schwanze des Aals. An die Erweiterung von dessen Kenntniss durch Marshall-Hall knüpften Joh. Müller und Andere ausgedehntere Untersuchungen über das Vorkommen kleinerer kontraktiler Blasen und grosser kontraktiler Lymphräume mit quergestreiften Muskeln bei Fischen, Amphibien, Reptilen und Vögeln.

Rothe Blutkörperchen fehlen unter den Wirbelthieren nur einigen Fischen: dem Amphioxus und den Leptocephaliden.

Diese höchste Vollendung des Kreislaufs wird von den Embryonen erst allmählich gewonnen. Die in den einzelnen Klassen und in den Entwicklungsstufen des einzelnen Thieres sich für das Genauere der Einrichtungen zeigenden, grossen, morphologisch und physiologisch wichtigen Verschiedenheiten lassen sich von gemeinsamen Grundlagen ableiten, welche auch Vergleiche zu den Wirbellosen hinüber gestatten. Wir gehen deshalb mit Vortheil an Hand der Entwicklungsgeschichte vor und gewinnen aus dieser die Grundlagen der wesentlichsten späteren Differenzen.

Es handelt sich um verschiedene Punkte, hauptsächlich um folgende: erstens um die Herstellung von Gefässen überhaupt; zweitens um die des Herzens als eines ausgezeichneten Theiles an denselben; drittens um Gegensetzung von

Herzen ausgehender arterieller und zu demselben zurückführender venöser Bahnen; viertens um die Gliederung in diesen nach Antheilen, welche in denjenigen Partieen des embryonalen Leibes liegen, welche später Leib bleiben und solche in den peripherischen, schwindenden Einrichtungen des Embryo; fünftens um Gliederung nach den Metameren und Antimeren jenes Leibes, mit Differenzirung der Leistung; sechstens um Abspleissung eines vegetativen Antheils vom animalen; siebentens in jenem um die Absonderung eines Lungenkreislaufs sammt deren Rückwirkung auf Einrichtungen des Herzens.

Das hier zu Erörternde schliesst sich für den ersten Punkt an oben (p. 321 u. ff.) Gesagtes an. So haben wir bereits (p. 332) angeführt, dass das Blut bei den Wirbelthierembryonen zuerst in geschlossenen Blutbehältern inselartig auftritt. Rathke fand das im Embryo der europäischen Sumpfschildkröte Emys (Cistudo) europaea Schneider noch bei einer Grösse von 2 ''', obwohl er meinte, es sei solcher Anschein durch Blutausfliessen entstanden. Götte sah bei Batrachierembryonen solche Inseln am unteren und seitlichen Umfange der Dotterzellenmasse aus zerfallenden grossen peripherischen Dotterzellen hervorgehen und sich kombiniren mit einer erst flachen Schicht seines interstitiellen Bildungsgewebes (vergl. p. 329), welche sich von der anstossenden Innenseite des Viszeralblattes ablöste, so dass letzteres Gewebe anfangs die mit den jüngeren Blutzellen gefüllten Gruben der Dotterzellenmasse bedeckte, dann aber, indem jene Blutzellen sich heraushoben, von jener zu einem Dottergefässnetz umgewandelt wurde. Indem die Dotterzellenmasse vorn an die Leberanlage auf der Vorderdarmwand und diese an's Herz anstösst, kann das Bildungsgewebe des Viszeralblatts die Verbindung mit der Herzhöhle erreichen und auf diesem primitiven Wege Dottervenen bilden (vergl. auch p. 328 u. 329).

Als Bildungsstätte für Blut und Blutgefässe in dieser Weise werden vor Allem Stellen am Rande des ektodermalen und endodermalen Lagers anzusehen sein, und so geht die Entwicklung eines Gefässhofes, einer Area vasculosa, der des Fruchthofes, in welchem die geförderteren Gewebe zu einem solideren und durchscheinenden Körper geformt sind, der Area pellucida, stets einen Schritt voraus; auf der Keimhaut umgiebt die Area vasculosa des mittleren Remark'schen Blattes, des Gefässblattes, den Fruchthof. So liegt auch im bebrüteten Hühnerei die Gefässschicht dem Nahrungsdotter am Keimwall unmittelbar auf; die Haufen von Blutzellen, aus Dotterzellen hervorgehend, wandeln das sie zunächst umgebende Zellennetz in Gefässe und die so entstandenen Schläuche verbinden sich netzförmig. Man kann solche Gefässe primitive nennen.

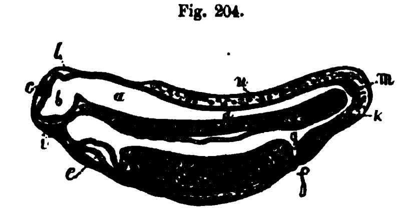
Das Herz, die Stämme der Arterien und Venen, wenigstens beim Hühnchen auch die Dottervenen, entstehen im Fruchthofe ohne ersichtliche Mitwirkung solcher Blutinseln.

Es wird nützlich sein, dieses genauer an einem Beispiel zu verfolgen,

und wir wählen dazu die von Götte für die Unke, Bombinator igneus Rösel, gegebene schöne Darstellung.

Der Perikardialraum des zuerst von allen Bluträumen angelegten Herzens entsteht bei diesem Thiere, indem die Seitenplatten, das sind die peripherischen Theile des mittleren Keimblattes, in der Schlundwand hinter dem Kopfe, am Darmblattboden der Schlundhöhle besonders deutlich in zwei Blätter geschieden werden und das Darmblatt sich daselbst in der sogenannten Gränzfalte vor der vorderen Darmeinsenkung oder Tasche des Vorderdarms erhebt und Raum giebt. Beide Schichten des mittleren Keimblattes, die dem Darme zugewendete viszerale und die äussere parietale, entwickeln sich in dieser Spaltung stark und wachsen dabei in der Mittellinie in den Hohlraum mit Falten der Art hinein, gegeneinander, und schliesslich zusammen, dass der Spaltraum in zwei Seitenhälften zerfällt. Eine Tasche, mit welcher der Vordarm an der Stelle der Leberanlage sich einsenkt, beiderseits umgreifend, stehen diese Perikardialspalten mit den Peritonealspalten, der Periviszeralhöhle, rückwärts in offenem Zusammenhang. Gegen das Viszeralblatt dieses Theils der Seitenplatte senkt sich vom Darmblatte her eine Schicht, welche die epitheliale Herzauskleidung, das Endocardium, herstellt. Indem das sich stärker entwickelnde Viszeralblatt in der Mittellinie noch am Parietalblatt haftet, hebt es sich zu einer Falte. Diese Falten, medianwärts gegen einander rückend und sich verbindend, schliessen die muldenförmige Herzeinsenkung zu einem Schlauche, währenddessen sich die erst mehr spaltförmigen Räume zwischen dem an der Haut befestigten Parietalblatt und dem Viszeralblatt zu einer diesen Schlauch umschliessenden freien Höhle, der **Perikardialhöhle**, ausbilden. Das Viszeralblatt stellt dabei also die Herzmuskulatur und den dem Herzen anhaftenden sogenannten serösen perikardialen Ueberzug, das Parietalblatt aber das sogenannte fibröse, äussere, freie Blatt des Herzbeutels her.

Fig. 204.



Vergrösserter Mediandurchschnitt der Larve der Unke, Bombinator igneus Rösel, zur Zeit, zu welcher der Ruderschwanz auswächst, nach Götte.
a. Hinterhirnhöhle. b. Vorderhirnhöhle. c. Anlage der Zirbeldrüse (Glandula pinealis). d. Rückenmarkkanal. e. Anlage des Herzbeutels. f. Anlage des Afters. g. Einsenkung der Darmhöhle gegen denselben: Afterdarm. h. Ventrale Vorderdarmbucht, Leberanlage. i. Anlage des Hirnanhangs, Hypophysis cerebri, Glandula pituitaria. k. Schwanzdarm, nach Götte's Meinung Anlage des subvertebralen Lymphgefässstammes zwischen der Schwanzaorta und der unteren Schwanzvene. l. Einsenkung zwischen Mittelhirn und Hinterhirn. m. Uebergang des Rückenmarkkanals in den Schwanzdarm.

Die kanalartige Lücke, welche die Leberanlage an der Darmtasche umkreist, giebt den Dotterdarmvenen Ursprung und leitet die Dottergefässe aus dem Spaltraum zwischen dem Viszeralblatte am Rumpfe und der Dotterzellenmasse zur Herzhöhle. Ebenso bleibt dem Vorderende des Herzschlauches in der Unvollkommenheit der Abschnürung vom Darmblatte die-

Möglichkeit, seinen Endocardialsack in offene Verbindung mit den primitiven Aortenbogen zu bringen.

Von den Arterien nämlich werden zuerst die an der hinteren Gränze des Kopfes, also die dem Herzen nach vorne nächsten, ausgebildet. Es sind das die eben genannten Aortenbogen.

Während am Boden der Schlundhöhle die Spaltung der Seitenplatten in Bildung des Perikardium sehr vollständig zu Stande kam, verschwindet diese Sonderung in den Schlundwänden oberhalb dieser Stelle. In die hier somit ungetheilte Seitenplatte wächst auf der Gränze des vorderen, die Mundhöhle, und des hinteren, die Schlundhöhle enthaltenden Kopfabschnittes von einer anfänglich diese Kopfabschnitte trennenden Rinne aus das äussere Keimblatt leistenförmig hinein. Ihm entgegen bildet sich auch vom Darmblatte eine faltenförmige Ausstülpung, bis beide vom Rücken anfangend und dann abwärts bis zum Boden der Schlundhöhle sich treffen und mit einander verwachsen, das Zwischenblatt auf der Naht gänzlich verdrängend. Nachfolgend entstehen dahinter in ganz gleicher Weise vier weitere „Schlundfalten", welche in der eigentlichen Schlundwand, da diese in der hinteren Partie ganz bedeutend wächst, Raum finden, während ursprünglich die dritte Falte schon an der hinteren Gränze des Kopfes erscheint. Jene Falten bilden sich in der ersten Embryonalphase, wenn das Medullarrohr noch nicht geschlossen ist. Der zwischen dem ersten und zweiten Faltenpaar erübrigende Streifen der Schlundwand wird der Zungenbeinbogen und ist in der Bauchlinie zusammenhängend. Die weiteren Wandantheile zwischen den Schlundfalten sind die Kiemenbogen, wenn man in diesem Namen das ganze Material, nicht etwa blos die sich danach bildenden Knorpelstäbe oder die Gefässbogen, begreifen will. Ihren Charakter in solchem Sinne behalten sie am deutlichsten bei den Elasmobranchiern, das ist den Rochen und Haien, bei welchen sie stets ziemlich breite Platten zwischen den Kiemenplatten darstellen. Diese hinteren Bogen werden zunächst in der Mittellinie durch den Herzraum auseinander gehalten.

Auf den drei mittleren der fünf Bogenpaare, welche die drei ersten eigentlichen Kiemenbogen sind, entwickeln sich von vorn nach hinten abnehmend äussere, büschelförmige Kiemen, zunächst frei, aber in diesem Falle so eilig von vorne her überwachsen, dass, ehe die hinteren noch fertig sind, der Kiemendeckapparat bereits die vorderen versteckt hat. Die erste und die zweite Schlundfalte werden bei der Unke und den andern Batrachiern zurückgebildet, indem die Wände auf jeder Seite sich wieder von der Oberhaut lösen und nur einfache Scheidewände voran bestehen, worauf von den Organen später nur verkümmerte, blutdrüsenartige Reste sich vorfinden, welche zum Vergleiche für Stellen, an welchen statt der Kiemen überhaupt nur Blutdrüsenkapillarnetze sich bilden, von Bedeutung sind.

Die drei hinteren Schlundfalten jeder Seite spalten sich, nachdem sie

die Oberhaut erreicht haben. Das Oberhautfältchen, von den Säumen der getrennten Blätter eingefasst, verwächst mit diesen jederseits und spaltet sich dann auch. So entstehen drei Paar Kiemenspalten in der zweiten Larvenperiode.

Oellacher sah die vorderste Kiemenspalte der Forelle mit 31 Tagen durchbrechen, als die Herzanlage noch solide und von der Darmwand kaum zu unterscheiden war; Vogt, gemäss seinen Abbildungen bei Coregonus palaea Cuvier, mit 33 Tagen.

Unterdessen passen sich im Anfange dieser zweiten Larvenperiode der Unke im interstitiellen Bildungsgewebe in den gedachten Kiemenbogen und zwar in der äusseren Schicht der Seitenplatten anfänglich unregelmässige Lücken, wahrscheinlich in Verschmelzung erst getrennter, der Längsaxe an und erhalten eine stärkere Lichtung. Die sie begränzenden Zellen werden abgeplattet und das Maschennetz wird enger. So entstandene schlauchförmige Gewebslücken sind die Anfänge der Aortenbogen. Sie vereinigen sich unter den äusseren Segmenten des Hinterkopfs zu den Aortenwurzeln Bärs, diese in der Mittellinie zum Anfange der eigentlichen Aorta, welche man hier recurrens nennen kann und welche der Aorta descendens des Menschen entspricht. In den Bildungszellen des Schlundhöhlenbodens wachsen die Bogen zwischen Perikardium und Darmblatt gegen den offen liegenden Endokardialsack.

Von dem zuerst entstehenden Aortenbogen des ersten, vordersten Kiemenbogens, welcher sich alsbald mit dem Herzen verbindet, entwickelt sich vorne am Dache der Schlundhöhle, an dieser nach vorne gehend, die Kopfschlagader Carotis; rückwärts die primitive Wirbelarterie mit einer Fortsetzung innerhalb des Wirbelkanals für die Hirnbasis, Arteria basilaris. Mit jenem Bogen fliesst ventral an der späteren Herzzwiebel, Bulbus arteriosus, und dorsal, hypaxon, wo er an der Decke der Schlundhöhle seine Bahn horizontal nach hinten genommen hat, der zweite Aortenbogen zusammen. Er scheint dorsal mit dem ersten die Aortenwurzel auf jeder Seite zu bilden; diese war aber wenigstens schon vom ersten allein sammt der Verbindung von der Carotis angelegt.

Der dritte Aortenbogen kommt ventral nicht direkt mit dem Herzen in dessen Bulbus arteriosus in Verbindung, sondern nur mit dem Wurzelstück des zweiten Bogens. Er schickt dorsal eine Verbindung zum zweiten und vereinigt sich im Uebrigen rückwärts mit dem vierten, mit welchem er auch an der Wurzel verbunden ist, um zur Lungenwurzel zu gehen. Er hat in seiner Vollendung gar keine nahen Beziehungen zur Herstellung der Aortenwurzel, hängt dieser gewissermassen nur nach hinten an. Nur so lange der Lungenkreislauf nicht angelegt ist, führt er sein Blut ausschliesslich zur Aorta. Sobald die Lungen sich bilden, wird, da die rückläufige Verbindung zum zweiten Bogen durch das Wachsthum dieses Theils

der Seitenplatten immer spitzwinkliger geworden ist, fast alles Blut, welches er führt, zu jenen Organen gehen. Die Verbindung mit der Aortenwurzel bleibt nur ein Ausweg unter Umständen, sie ist ein Ductus Botalli der höheren Wirbelthiere. Der spät entwickelte vierte Bogen hat noch ungünstigere Verhältnisse für eine Funktion als Aortenwurzel, er stellt eine Nebenbahn für die Lungenarterie, für den dritten Bogen, dar.

Bei denjenigen Amphibien, welche den Schwanz in der Metamorphose nicht zur Verkümmerung bringen, den Urodelen und welche von den Lungen spät Gebrauch machen, fliessen dagegen alle vier Aortenbogen unter stromwärts gerichteten, spitzen Winkeln zusammen.

Vom vierten, kleinsten, welcher keine Kiemengefässnetze speist, führt ein Zweig Blut, welches nicht in Kiemen oxydirt wurde, zur Lunge.

Die also bei der Unke wesentlich aus den zwei ersten Aortenbogen zusammenfliessende Aortenwurzel einer Seite vereinigt sich hinter der Gränze des Kopfes in der Mittellinie mit ihrem Partner zur ungetheilten Aorta. Diese Aorta geht als medianer Stamm unter der Chorda bis an deren Ende, giebt paarweise obere und untere Stämmchen ab, welche am Rumpfe in der dorsalen Partie und am Schwanze auch ventral bis zur medianen Flosse gelangen, am Rumpfe aber ventral ausser den Seitenplatten auch die Baucheingeweide versorgen. Ganz am Anfange entspringt jedoch unpaar die Arteria mesenterica, als stärkster Ast, den Bedarf des sich abspleissenden Verdauungskanals und seiner Anhänge zusammenfassend. In erwachsenen ungeschwänzten Batrachiern ist die Vereinigung der Aortenwurzeln bis in die Nierengegend zurückgeschoben; die einfache Aorta giebt nur Gefässe für diese Organe und die Geschlechtsorgane, gabelt sich in die Iliacae und lässt nur eine winzige Caudalis über. Die mesenterico-coeliaca entspringt dann von der linken Aortenwurzel. Bei den gestreckten, geschwänzten Batrachiern löst sich der Ursprung der letzteren von der gemeinsamen Aorta in eine Anzahl aufeinander folgender Gefässe für den Magen, die Leber und die Milz, und für den Darm auf. Die Caudalis und die paarigen Aeste bleiben bedeutend.

Es stellt sich dorsal von der Chorda und später von den Wirbelkörperanlagen ebenfalls eine mediane Verbindung her, indem die Carotis, nachdem sie aufsteigend an der Hirnbasis in der Sattelgrube angelangt ist, wo sie die Arteria ophthalmica nach vorne abgiebt, einen anderen Ast nach oben und dann nach hinten entsendet, so dass er in die Basilararterie, die vordere Fortsetzung der oben genannten primitiven Wirbelarterie, übergeht, und dann diese Basilararterien unter dem Hinterhirne in der Wirbellinie zusammenrücken. So wird nicht allein für die hinteren, sondern auch für vordere wichtige Theile die momentane Unterdrückung des Blutstroms der Aortenbogen einer Seite, vorzüglich hier des ersten, unschädlich, indem die Basilararterie eine Versorgung über Kreuz ermöglicht, ja begünstigt.

Nach vorne von den vier Aortenbogen in den Kiemenbogen entsteht ein

weiteres Glied des arteriellen Gefässbogensystems im Zungenbeinbogen, an der Bauchseite in Verbindung mit der Wurzel des ersten Aortenbogens, durch die seitliche Verschiebung als ein vorderer Zweig von diesem erscheinend, dorsal in dessen Carotisast mündend. Für die Funktion als Aortenbogen verhält sich dieser Stamm ähnlich unwesentlich wie der vierte von den an echten Kiemenbogen gelegenen. Frühzeitig verkümmert sein aufsteigender Theil, oder richtiger dessen Mittelstück, indem er oben noch zur Wurzel einer Arterie für den Unterkieferbogen wird, während das ventrale Stück in einer geraden Fortsetzung die Arteria lingualis bildet.

In dieser, in den Besonderheiten genau eben nur die untersuchte Klasse, Ordnung, Familie und Gattung repräsentirenden Darstellung ist das eine Prinzip zu erkennen und aus der Zeichnung (vergl. Fig. 205 p. 443 u. Fig. 215 p. 474) fast noch mehr deutlich als aus der Beschreibung, dass der Segmentirung des Körpers entsprechend sich Blutbahnen vom Bauche zum Rücken ausbilden, welche theils deutlich Aortenbogen und Aortenwurzeln sind und das Blut in einfachster Weise vom Bauche zum Rücken, d. h. zur hypaxonen Aorta, führen, theils mehr die Versorgung besonderer, aus und an den einzelnen Metameren sich entwickelnder Organe übernehmen und dann ihr Blut durch die an diesen sich ausbildenden Kapillaren überhaupt nicht mehr zur Aorta, sondern durch Venen zum Herzen zurück bringen, oder doch nur in Nebenbahnen mit der Aorta in Verbindung stehen, welche möglicher Weise, sei es in gewissen Lebensphasen, sei es unter gewissen, in allen Lebensphasen möglichen Umständen, eine grössere Bedeutung bekommen. Für die grosse mögliche Zahl solcher Aortenbogen wird uns der Amphioxus das weitgehendste Beispiel geben. Aber schon aus dem oben Gesagten ist erkennbar, dass durch die Verschiebung der Verbindungen ventral und dorsal, durch stärkere Zusammenlegung oder Spleissung, durch die ungleiche Entwickelung der vertikal laufenden Bogen und der horizontal laufenden Theile, welche aus Wurzeln zu Rami communicantes herabsinken und selbst diese Bedeutung verlieren können, zahlreiche Wege ungleicher Gestaltung und Zutheilung, sowie der Vermischung des Charakters von Aortenbogen überhaupt gegeben sind. Aber in umgekehrtem Gedankengange erwachsen auch die Motive zu ausgedehnterer Erkennung des Prinzips solcher Bogen, wo es verborgen ist.

Das Zusammentreffen der beiden Aortenwurzeln, auch die Herstellung der grossen Aeste von den Bogen aus als der Artt. carotis, basilaris, vertebralis, erfolgt zeitlich vor der Verbindung der Bogen mit dem Herzen. Auch wenn diese Verbindung hergestellt ist, fehlen der Interstitialflüssigkeit, dem embryonalen Blutserum, in diesen Gefässen und im Herzen noch die Blutkörperchen, welche um diese Zeit erst an der Oberfläche der Dotterzellenmasse spärlich erscheinen und erst durch die Dottervenen dem Herzen zuzuströmen beginnen. Wenn v. Baer beim Hühnchen die Contraktionen

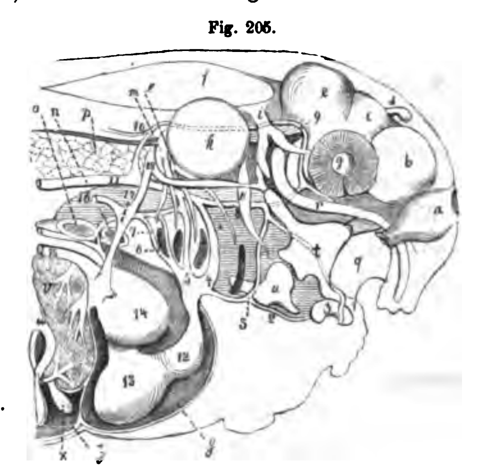
des Herzens dem Eintritte des Blutes vorausgehen sah, so will Vogt beim Felchen solche sogar vor Bildung der Herzhöhle gesehen haben.

Götte hat das endliche Eintreten des Blutes aus den Dotterdarmvenen in das Herz aus der überwiegenden Spannung in Folge der endosmotischen Ansammlung von Interstitialflüssigkeit in den erst kompakten Blutinseln gegenüber dem Drucke des Herzinhaltes erklärt. Das scheint entbehrlich oder wenig wesentlich von dem Augenblicke an, dass eine Continuität zwischen den arteriellen und venösen Bahnen eingerichtet ist, indem dann die von hinten nach vorne geschehende Herzkontraktion für die Druckverhältnisse viel wirksamer sein dürfte, als jene Spannung. Vor jener Zeit ist von einer erheblichen Bewegung in der Blutmasse nicht, höchstens nur von einem allmählichen Hinüberdrängen zum Herzen die Rede. So wird jene Spannung nur Bedeutung haben, so bald und so lange an der Dotteroberfläche nur von Venen und nicht von Arterien die Rede ist und für mit dem Gefässsystem nur durch Abflusswege verbundene Blutinseln.

Die Herzbewegungen vor Herstellung der Herzhöhle, wohl sicherer vor Eintritt des Blutes, zählte Vogt nur mit 15—18 in der Minute.

Wie die Aortenbogen sollen nach Götte auch die Aortenwurzeln, die Aorten und anderen Hauptgefässe aus Lücken des Bildungsgewebes hervor gehen, so dass der bestimmten Gefässlichtung erweiterte Gewebslücken vorausgehen, den Gefässwänden eine theilweise aber durchbrochene Verschmelzung von Zellen. Nicht aber entständen diese Gefässe, wie Reichert es meinte, aus soliden, sich sekundär aushöhlenden Zellsträngen, noch durch Hineinwachsen aus der peripherischen Gefässschicht.

Fig. 205.



Eingeweide, Skelet und Blutgefässe im Vordertheile einer Unkenlarve am Ende der ersten Larvenperiode, nach Götte, vergrössert. a. Nasengang. b. Vorderhirn. c. Zwischenhirn. d. Zirbel. e. Mittelhirn. f. Hinterhirn. g. Augen. h. Hörblase. i. Ganglion Gasseri, in vordere und hintere Abtheilung gespalten. k. Nervus facialis. l. Nerv. glossopharyngeus. m. Dreitheiliger Nerv. vagus. n. Stelle, an welcher die rechte Lunge abgeschnitten wurde. o. Speiseröhre; hinter derselben die linke Lunge. p. Chorda dorsalis. q. Mundhöhle mit Oeffnung des Nasenganges und von den Lippen begränzt. r. Erster Kieferbogen Götte's, vor dem Mund. s. Unterkiefer. t. Jochfortsatz des Quadratbeins. u. Grosses Zungenbeinhorn. v. Leber. w. Darmschlingen. x. Gallenblase. y. Perikardialhöhle. z. Peritonealhöhle. 1. Arteria temporomaxillaris. 2. A. lingualis. 3. Arterie des Zungenbeinbogens. 4—7. Die vier Kiemenbogenarterien oder Aortenwurzeln. 8. Carotis. 9. Verbindung derselben zur A. basilaris. 10. A. vertebralis. 11. Aorta descendens. 12. Bulbus Aortae. 13. Herzkammer. 14. Vorhof; nahe an ihm ist die rechte Kardinalvene abgeschnitten. 15. Vena cava inferior. 16. Vena cardinalis. Canalis Cuvieri. 18. Vena jugularis.

Der gleiche Entwicklungsmodus gilt in der Hauptsache für die Dottergefässe und für die Gefässe des Körpers; nur dass in diese erst von jenen her das Blut an Stelle ihres ursprünglichen serösen Inhalts tritt, welches Blut aber überhaupt nichts mit den Gefässen für die Entstehung gemein habe, während in jene Blut von Anfang aufgenommen wurde. Man kann das vielleicht in Verbindung damit bringen, dass in dem Innern des Fruchthofs sämmtliches Bildungsmaterial für sehr rasch aufgebaute noch bedeutsamere Theile verbraucht wird, nichts für Bildung von Blutzellen erübrigt, welche von der Peripherie her eben so wohl kommen können, sei es von der Binnenfläche gegen den Dotter, sei es vom Rande, vom Keimwall.

Wenn wir hier wesentlich der Darstellung von Götte folgten, so soll das nur morphologisch massgebend gewesen sein, nicht aber dafür, wie weit durch diese Schilderung der Gefässentstehung die Angabe von Vogt, dass Blut überall da, wo Gefässe entstehen, gebildet werde, oder das von His aufgestellte Einwachsen aller Gefässe vom Keimwall aus und andere Differenzen entwicklungsgeschichtlicher und besonders histiogenetischer Natur überwunden seien und wie weit namentlich ein absoluter Unterschied zwischen Dottergefässen, primitiven und definitiven Gefässen der Frucht aufrecht erhalten werden könne.

Wenn man die Betrachtung auf alle Wirbelthiere ausdehnen will, so ist zunächst dem Umstande Rechenschaft zu tragen, dass bei der Unke wie bei den Amphibien überhaupt die Masse des von der Dottertheilung und Zellbildung mehr träge oder gar nicht erfassten Dotterantheils sehr gering ist. So wird derselbe vollständig durch Lagen umwachsen, welche mit der sonstigen ektodermalen und endodermalen und der zwischen diesen gebildeten Schicht kontinuirliche sind. Die Absetzung am Bauche wird äusserlich nicht deutlich. Ein Dottersack pflegt nicht vom Embryo unterschieden zu werden. Vielmehr fällt der ganze von der Keimhaut rasch umwachsene Dotter in den Begriff des Embryo. — Wenn so äusserlich ein Dottersack nicht zu erkennen ist, giebt es innerlich freilich zwei Modalitäten. Bei den Batrachiern streckt sich die in der Entwickelung anfänglich zurückgebliebene Partie am vegetativen Blatte später doch noch gänzlich zum Darm. Bei den Cyprinoidfischen aber, welche ebenfalls vor dem Ausschlüpfen aus dem Ei den Dotter zum grössten Theil aufzehren und einen äusseren Dottersack abgesetzt nicht zeigen, schnürt sich ein innerer Dottersack vom Darm ab, nachdem er unter letzterem in Kontinuität mit dessen Wandung in der Rumpfhöhle versteckt lag.

Fig. 206.

Embryo eines Wassersalamanders aus dem Ei genommen, 2 Mal vergrössert, mit äusseren Kiemen, Spur einer Rückenflosse und ohne Dottersack.

Bei den übrigen Wirbelthieren setzt sich auch äusserlich ein Bauchtheil des umwachsenen Dotters durch eine Furche oder tiefe Einschnürung, sowie durch auffallend geringere Mächtigkeit und Vollkommenheit der Ge-

webslagen, besonders in den Seitenplatten, deutlich von dem vollendeteren Theile des Embryo ab. Derselbe erhält, weil er die nicht weiter ausgebildeten Dottermassen umschliesst, beziehungsweise mit seinen inneren Lagen sich in sie fortsetzt, den Namen des Dottersackes. Wenn in diesem auch noch Elemente zunächst in demjenigen Zustande verharren, welchen sie vor der Embryonalentwicklung bereits besassen, solche sogar verbraucht werden können, indem andere Gewebe sich ihrer Substanz bemächtigen, ohne dass sie selbst je zu Zellen werden, so ist es doch überall auf das Entschiedenste geboten, das Ganze dieses Dottersackes, dessen Hülle doch immer ein gewebliches, wenn auch zunächst unvollkommneres Continuum der Hülle des Embrye darstellt, als einen Theil des Embryo selbst zu betrachten, der Art, dass man in ihr eine Fortsetzung der Leibeswand und eine Fortsetzung der Darmwand unterschieden denkt.

Es giebt dann wieder zwei Modalitäten weiterer Entwickelung dieser Dottersackwandung, dieses peripherischen Antheils des Embryo. Bei einigen Wirbelthieren bleibt trotz deutlicher Abschnürung des Dottersackes in der Umhüllung desselben die gleiche Beziehung der Blätter erhalten. Das muköse Blatt ist zwar zurück in der Entwicklung, der Abschluss des Darmrohres fehlt länger als in der ersten Gruppe, aber jenes Blatt ist wie dort bedeckt und direkt überzogen von dem Dottersackantheil des serösen Blattes. Es giebt wie einen inneren so einen äusseren Dottersack. Beide schnüren sich gegen den Embryo ein. Solches geschieht zum Beispiel bei Syngnathoidfischen, bei Blennioiden, Esociden, Perciden, Salmoniden, Gasterosteiden und Plagiostomen. Der Unterschied gegen die oben angegebene Modalität ist manchmal gross, manchmal gering. Er ist abhängig von der relativen Grösse des Nahrungsdotters, manchmal bei sonst nahen Verwandten ungleich, demnach nicht so prinzipiell bedeutsam. Reichert hat zuerst auf ihn hingewiesen. Die Einschnürung kann dann den inneren Dottersack, den vegetativen Antheil des Dottersacks, am Darmnabel stärker treffen und ihn soweit vom Darm ablösen, dass nur noch Gefässverbindung besteht. Der sich rasch verkleinernde äussere Sack drängt den immer weiter verzehrten Dotterrest in die Bauchhöhle und verstreicht selbst, dass heisst, er erlangt die vollständige gewebliche und gestaltliche Kontinuität mit den Bauchdecken. Es liegt dann ein Dotterrest im Bauche. Die physiologische Arbeit der überziehenden Haut verändert sich während dieser Wandlung mit ihrer histiologischen Konstitution. Erst lässt sie leicht Flüssigkeiten und Gase diffundiren zur Ernährung und Athmung, nachher wird sie ein derber Schutz.

Fig. 207.



Junge Forelle, aus dem Ei geschlüpft, zweimal vergrössert; Rücken- und Schwanzflossen fangen an sich abzusetzen, der Kiemendeckel ist gebildet; die Seitenplatten breiten sich über den Dottersack aus.

Bei den drei oberen Klassen der Wirbelthiere bildet sich eine gleiche

Einengung des Dottersackes, aber die Umhüllung, welche durch das seröse Blatt gegeben war, entfernt sich, indem sie von der später zum Hautnabel eingeengten Bauchspalte aus nur den Rand des Sackes, beziehungsweise später die Wurzel des Nabelstrangs, als Amniontrichter bekleidet, weiter peripherisch gänzlich von dem inneren Dottersacke. Sie bleibt unter geringer Theilnahme des parietalen Antheils des mittleren Blattes stehen an einem sehr niedrigen, von dem am eigentlichen embryonalen Leibe deutlich abgesetzten Grad geweblicher Entwicklung und wechselt ihre physiologische Funktion nicht erheblich.

Fig. 208.

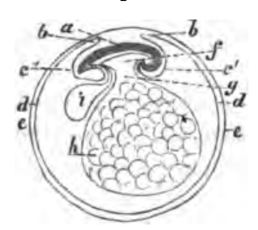


Diagramm der Bildung der Embryonalhüllen bei Allantoidiern. a. Embryonalanlage, animaler Theil. b. Der Umschlag der gegeneinanderwachsenden Amnionfalten. c' Kopfkappe. c'' Schwanzkappe des wahren Amnion. d. d. Falsches Amnion. e. e. Chorion. f. Anlage der Darmhöhle. g. Darmnabel. h. Innerer Dottersack, mit Hülle nur vom visceralen Blatte. i. Allantois.

Dieser peripherische Antheil des serösen Blattes ist als ursprünglich den durch den eigentlichen Embryo gebildeten Antheil zur Kugelfläche ergänzend anzusehen. Die Kombination der Massenentwicklung im Embryo und der Flächenentwicklung in diesem peripherischen Theil bei Einschränkung durch das umhüllende Chorion bringt es aber mit sich, dass rings um den Embryo dieser peripherische Theil sich wallartig erhebt, der Embryo sich in ihn eindrängt. Dieser Prozess schreitet so voran, dass die Wallhöhen oder Falten, namentlich deutlich am Kopfende und Schwanzende (den Vergleich hierfür mit Wirbellosen s. p. 386) gegen einander wachsen, sich über dem Rücken des Embryo begegnen und endlich verwachsen.

Schon von den Alten als eine freie, blasenartige Umhüllung, in welcher der Embryo wie in einer Schale lag, gesehen, erhielt das so entstandene Gebilde, wie Galen und Pollux im zweiten Jahrhundert nach Christi Geburt lehrten, den Namen des *ἀμνίον*, Amnion, d. i. der Opferschale. Man begreift dass, indem an einer Kugelfläche diese Einstülpung desEmbryo, die Erhebung der Falten neben ihm und Verwachsung solcher an der Einsenkungsstelle geschah, immer ein anderer, grösserer Theil der Kugelfläche übrig bleibt, welcher nun das Amnion umhüllt, ursprünglich mit ihm kontinuirlich[1], jetzt von ihm gänzlich abgelöst, während die Kontinuität des Embryo mit dem echten Amnion bestehen bleibt. Man hat ihn als falsches Amnion vom wahren unterschieden und er umgiebt das letztere als eine geschlossene Blase. Da er schon von Anfang sehr zart war, als seröse Hülle von Baer benannt, verschmilzt er gänzlich mit den ihn peripherisch berührenden Gebilden, den etwaigen Resten der Dotterhaut, dann, durch etwaiges Eiweiss hindurch und nach dessen Schwund, mit dem dieses umhüllenden Chorion und entzieht sich gesonderter Beobachtung. Während im wahren Amnion die dem Embryo zugewendete Fläche ein Epithellager, die äussere

mehr oder weniger deutlich eine Faserschicht, das Ganze also eine vollständige Fortsetzung der Elemente der Seitenwände zeigt, sogar beim Hühnchen deutlich kontraktil ist, besitzt das falsche Amnion nur das Epitheliallager.

Der den Embryo sammt dem wahren Amnion zunächst umhüllende Raum, der Binnenraum des falschen Amnion, ist also eigentlich eine Fortsetzung des Coeloms. Das vegetative Blatt hat sich hier ganz frei gemacht von dem entsprechenden peripherischen Theil des animalen. In diesem Raum liegt, nicht von einer Bruchsackhülle überzogen, der Dottersack als Anhang des vegetativen Blattes. Die direkte Hülle durch das animale Blatt fehlt ihm, indem sie durch die Amnionbildung im falschen Amnion ein für ihn mit dem ganzen Embryo gemeinsames wurde. Für den eigentlichen Embryo besteht dann im wahren Amnion eine solche voran; mit dem falschen Amnion verschwindet sie für den Dottersack.

Damit verbindet sich, dass während die Embryonen, welche den Schutz des inneren Dottersackes durch den äusseren behalten, gleichgültig, wie weit sich beide überhaupt durch Abschnürung kenntlich machen, die Anamnioten, Kiemen und damit die Möglichkeit der Athmung unter Wasser erhalten, die Amnioten keine Kiemen ausbilden und nie ihren der Hülle entbehrenden Dottersack dem Wasser aussetzen. Ferner erlaubt die Bildung des ausgedehnten freien Raums in der Peripherie zwischen serösem und mukösem Blatte, in der Höhle des primären Amnion, zwischen Amnion verum und falsum, und die Anlehnung des letzteren an das Chorion sammt seiner Verdünnung, das Hineinwachsen der Allantois, welche sekundär Gefässe des Embryo in diesen Raum und zum Chorion führt. Dieser Vorgang gestattet auch, dass diese Gefässe durch das Chorion mit den mütterlichen Theilen, welchen dieses sich anlegt, mit umhüllender Schale und durch sie mit umgebender Luft ohne Behinderung durch dichtere Zwischenschichten in alle diejenigen Beziehungen treten können, auf welchen Ernährung der Embryonen, einschliesslich der Athmung und letztere vor Allem beruhen. Die Amnionbildung in Verbindung mit starker Ausbildung und Funktion des Dottersacks ist also eine Thatsache von bedeutender Tragweite und zur Unterscheidung dienlich. Die Anordnung der auf der Oberfläche des Dotters sich entwickelnden Gefässe wird von diesen Unterschieden berührt.

Bei den Batrachierlarven und den gedachten Fischembryonen ist das Dottergefässnetz wenig ausgedehnt, indem es sich auf die Wand des mittleren Darmtheils des Dotterdarms hinter der Leberanlage beschränkt. Es bildet schon im Anfange gewissermassen nur einen Theil des Darmvenennetzes. Der Dotter wird bald verzehrt, die Lücken zwischen den Dotterzellen dehnen sich aus, fliessen zusammen, vereinigen sich innen mit der Darmlichtung. An der Oberfläche wird aus ihnen das embryonale Blut gebildet und abgeführt. Die Darmcylinderzellen umwachsen den Rest von Dottersubstanz längs des Viszeralblattes als Darmepithel und nehmen ihn in

das so auch hier gebildete Darmrohr auf. Indem so die Dottereigenschaften dieses Theils des Darmes verschwinden, tritt gradezu ein echtes Darmvenennetz hier an Stelle des Dottergefässnetzes und die zum Herzen führenden Dotterdarmvenen werden Darmvenenhauptstämme.

Besondere Theile des arteriellen Systems dem Dottersacke zuzutheilen geht hier kaum an; die Arteria mesenterica oder bei den geschwänzten die ihr entsprechende Reihe von Gefässen versorgen mit dem Darm den noch als Dottersack dastehenden Antheil desselben.

Anfänglich liegt dem Dottergefässnetz aussen nur ein zartes Epidermoidallager auf, bald wachsen die Seitenplatten vom Rande her ein und wenn der innere Dottersack verschwunden ist, stossen auch die muskulösen und bindegewebigen Lager in der Mitte des Bauches zusammen. Die Gefässe dieser Seitenplattentheile aber stehen trotz der Nachbarschaft nicht in Verbindung mit den Dottergefässen, sie sind durch das Coelom von deren Gebiet getrennt, sie gehören zu den Gefässen der animalen Schicht. von welchen später die Rede sein soll.

Ist hingegen der Dottersack längere Zeit im Verhältniss zur engeren Embryonalanlage ausgedehnt, so bildet sich für ihn das Gefässsystem deutlicher als ein eigenes, vollkommenes und mit charakteristischen Eigenschaften versehenes aus. Verweilen wir zunächst bei den gewöhnlichen Knochenfischen.

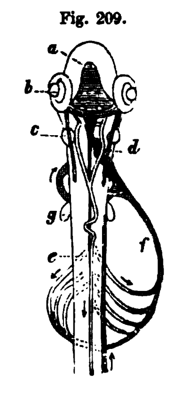
Bei dem Felchen-artigen Fische Coregonus palaea Cuvier sah Vogt mit zehn Tagen nach der Befruchtung den Embryo deutlich abgesetzt gegen den Dottersack. Mit achtzehn Tagen erschien das Herz, wie oben erwähnt. nach seiner Annahme zunächst solide. Auch nach Lereboullet für den Hecht und den Barsch, nach Aubert für den Hecht, nach Kupffer für den Stichling, nach Oellacher für die Forelle ist das Herz erst solide. Die Präexistenz des Herzbeutels ist wohl nur irrig bezweifelt worden. Wenn namentlich Oellacher die Ableitung des Herzens vom Darmdrüsenblatte bestimmt in Abrede stellt, so nimmt er dagegen für dessen Bildung die Einwanderung von Dotterzellen in Anspruch. Darüber, ob Blutkörperchen allein auf dem Dotter oder überall an den Gränzflächen der Gefässe entstehen, ob das Herz sich schon kontrahire, bevor es hohl geworden, wie das Perikardium entstehe, streiten die Beobachter.

Vogt sah die vollständige Blutbewegung durch das Herz am neunundzwanzigsten Tage, vorher ein Schwanken des Blutes.

Wenn das Herz seine Pulsationen eröffnet hat, empfängt es zuerst die zunächst gelegenen Blutkörperchen, wie es das bei kleinem Dottersack thut. Bald aber stellt sich ein „Dotterkreislauf" her. Vogt hat das so dargestellt, dass die bis dahin einfache Aorta jenseits des Afters sich zum Bauche abbiege, sich erst dann theile, den After umgreife, mit den zwei Stämmen auf den Dottersack übertrete, vorwärts aber in diese Stämme noch

eine Anzahl weiterer paariger metamerisch sich folgender und in Beziehung zu den Segmenten der Skeletentwicklung als intersegmental zu betrachtender Aortenzweige aufnehme. Es wird Vorzüge haben, die hintersten Wurzeln hierbei den mehr vorne liegenden gleichwerthig anzusehen; der Art, dass die intersegmentalen Aortenzweige bis zur Schwanzwurzel sich rechts und links zu den gedachten zurücklaufenden Stämmen wieder verbindend angesehen werden. Jene Stämme erhalten dann den Namen der hinteren Dottervenen, Venae vitellinae posteriores, oder nach Kupffer am Anfange Venae caudales inferiores. Die kräftige Blutbewegung pflanzt sich von der Aorta ungestört durch kapillare Abschwächung in diese Venen fort und macht sie besonders fähig, aus der Blutschicht auf dem Dotter neue Blutzellen mit zu reissen. Ihre den Interkostalarterien entsprechenden Wurzelsysteme kommen aber überhaupt nur auf der Strecke von der Mitte des Leibes bis zum After zum Vorschein in Zahl von drei bis fünf Paaren. Die vorderen Aortenzweige verästeln sich mit der Entwicklung des embryonalen Leibes in diesem und der Schwanz hat um diese Zeit überhaupt noch keine Gefässe.

Fig. 209.



Kreislauf im Embryo von Coregonus palaea Cuvier am 28. Tage, nach C. Vogt. Vergrössert. Ansicht vom Rücken. a. Vorderhirn. b. Augen. c. Hörblase. d. Herz. e. Aorta. f. Vena vitellina posterior dextra, die Aeste der Aorta sammelnd. g. Brustflosse. Die Pfeile bezeichnen die Richtung des Blutstroms.

Zunächst entfernen die beiden Stämme auf der Dotteroberfläche sich immer weiter aus einander, bis sie, in der Lebergegend angekommen, sich plötzlich umbiegen, gegen einander wenden und sich mit der Basis des Herzens verbinden. Nachdem dabei schon anfänglich die rechte Seite an Stärke und Menge der Aeste überwóg, bleibt schliesslich der rechte Stamm als solcher allein übrig, indem das aus der Verbindung der Aortenzweige der linken Seite entstehende Stämmchen, unter dem Dotter herumgehend, nur noch den rechten Stamm in der Mitte zwischen After und Leber, aber nicht mehr das Herz selbst erreicht. Mit anderen Worten, es zieht sich ein gemeinsamer Dottervenenstamm vom Herzen aus.

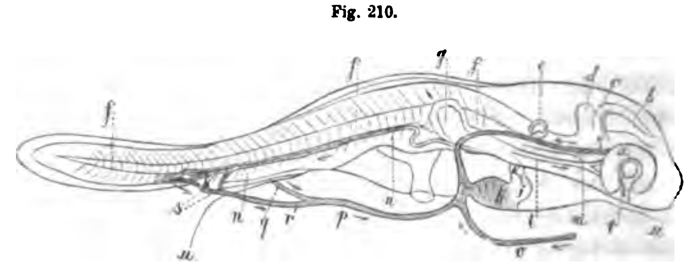
Die Umwandlung kanalartiger Bahnen auf der Dotterkugel in Gefässe geschieht unter Mitwirkung des mittleren Keimblattes, dessen parietales und viszerales Blatt hier nicht zu trennen sind. Ein Darmdrüsenblatt besteht hier noch nicht, sein dorsaler fertiger Abschnitt drängt sich, statt konkav gegen ein Darmlumen zu sehen, sogar konvex gegen den Dotter. Auswendig liegt eine einfache Epidermislage dem mittleren Blatte fest an. Das Verlassen der Symmetrie steht in Verbindung mit Gleichem für die Eingeweide, mit Lagerung der Leber mehr nach rechts, Drehung des Herzens und Anderem und es würde die Untersuchung der Wechselbeziehungen bei verschiedenem Grade der Asymmetrie interessant sein. Solche findet

sich übrigens für die Lage des Dotterrestes, auch wenn ein Dottersack äusserlich nicht bemerklich ist.

Neben diesem rückläufigen Strome in den Wandungen des Dottersackes bestehen nach Vogt um diese Zeit nach hinten keine mehr median im Embryo gelegenen Venen, weder eine Vena cavà posterior noch Venae cardinales.

In dem vom Dottersacke sich abhebenden Kopftheile des Coregonus palaea dagegen finden sich, wie in der Unke, im eigentlichen Embryo rückläufige Blutbahnen in den Venae jugulares nach Aussen von den primitiven Carotiden. Bei der Unke, auf welche wir nun noch einmal zurückgreifen müssen, führen diese nach Götte ihr Wachsthum ihrem späteren Strome entgegengesetzt fort. Der äussere, mächtigere Antheil, die V. jugularis externa entsteht früher als der innere, zwischen Wurzel des Nervus vagus und das Hinterhirn tretende, die V. jugularis interna. Die gemeinsame Wurzel

Fig. 210.



Kreislauf im Embryo von Coregonus palaea Cuvier, am 27. Tage, vergrössert, Ansicht von der Seite, nach C. Vogt.

a. Auge. b. Vorderhirn. c. Mittelhirn. d. Hinterhirn. e. Hörblase. f. f. f. Chorda. g. Brustflosse. h. Herzvorhof. i. Herzkammer. k. Bulbus aortae. l. Primitive Carotis. m. Vena jugularis. n. Aorta. o. Vena vitellina anterior. p. Vena vitellina posterior communis. q. Vena vitellina posterior sinistra. r. Vena vitellina posterior dextra. s. Schlingen der Aorta zur Dottervene. t. Die sich durch den Augenspalt, Coloboma, hinabsenkende Vena ophthalmica. u. u. Die Peripherielinie des Dottersacks. Ausser durch die Pfeile für die Blutstromrichtung sind die Venen durch Strichelung von den Arterien unterschieden.

beider verbindet sich mit der vorderen Wirbelvene, welche die dorsalen Venen des vorderen Rumpftheils gesammelt hat, zur V. jugularis communis und diese mit der von der Urniere her kommenden Stammvene, Vena cardinalis, jederseits zum Canalis Cuvieri, welcher in das Herz mündet. Die Stammvenen treten weiter rückwärts, nachdem der Afterdarm sich abwärts gesenkt hat, zusammen zur unpaaren unteren Schwanzvene, unterhalb des Schwanzdarms, welcher so die Arteria caudalis und Vena caudalis inferior scheidet. Sie geben an dieser Stelle die Venae iliacae zur Beckenanlage, neben welchen mit der Entwicklung der hinteren Extremitäten auch die Arteriae iliacae erschienen sind, sowie ein Paar Stämme ab, welche über dem Schwanzdarm zur Vena caudalis superior zusammentreten.

Jenem vorderen Venenantheil gesellen sich bei dem gedachten Fische auch vordere Dottervenen. Vogt meint, dass anfänglich, da der Kopf nur

sehr wenig sich über die Kugelperipherie des Dotters erhebt, der Strom vom Auge, später doch als Vena ophthalmica zur V. jugularis interna gehörig, sich durch die Spalte des Augapfels zum Dotter jederseits hinabsenke und eine Vena vitellina anterior konstituire. Diese Venen verbinden sich übrigens, bevor sie das Herz erreichen, mit den Venae jugulares communes an der Wurzel der Ductus Cuvieri. Bald verknüpft sich der Kreislauf am Auge mit dem für das Gehirn; die Vena ophthalmica richtet sich nach oben, bildet mit der cerebralis die jugularis und die Venae vitellinae anteriores obliteriren. Das Venensystem des Embryo, anfänglich auch vorn, dem Prinzipe entsprechend, in intersegmentalen Fortsetzungen arterieller Stämme von dem Aortensystem aus, unter Umwandlung des Charakters zum venösen, auf den Dottersack übergeführt, hierfür aber kaum erkennbar geworden, macht sich vom Dottersack ganz frei; es spaltet sich von dessen Gefässen ab. Die Venen des Dottersacks aber werden sämmtlich angenommen von den Venae vitellinae posteriores. Es zieht sich wie für rechts und links, so auch für vorn und hinten ein gemeinsamer Stamm aus, womit dann der Dottersack schon eher als eine Dependenz, denn als ein Antheil des Embryo erscheint.

Dieser Dotterkreislauf bekommt bei Fischen in denjenigen Fällen eine besondere Bedeutung, in welchen die Oberfläche zur Aufnahme tropfbarflüssigen Ernährungsmateriales dient. Das Gewicht der Eier des Zitterrochen steigt durch solche Aufnahme im Leibe der Mutter nach Davy während der Embryonalentwicklung von 11,4 Gramm auf 30 Gramm.

Fig. 211

Embryo vom Dornhai, Acanthias vulgaris Risso von Helgoland; aus dem Tragsacke der Mutter genommen mit dem gestielten Dottersacke; ein Drittel der natürlichen Grösse.

a. Spritzloch. b. Kiemenspalten. c. Dottersack.

Ausser der Bestreitung der Ausscheidungen bei Umsetzung der Materien wird also von den Dottergefässen ein grosser Zuwachs beschafft. Dem dient bei diesen Fischen und einer Anzahl anderer lebendgebärender Plagiostomen ein reiches Gefässnetz, welches man, im Vergleiche mit der von der Allantois Höherer gebildeten Placenta, eine Dotterplacenta nennt und welches sich den gefältelten Wänden des Eileiters der Mutter, nur durch die Eihaut geschieden, dicht anlegt, während die Eier legenden nur das mitgegebene Eiweiss konsumiren und von Aussen nichts als Seewasser und das darin Aufgelöste empfangen. Im Nabelstrang der Haie fand Schenk alle Gewebsschichten des der Säuger mit Ausnahme der von der Allantois herrührenden, aber nur zwei Blutgefässe.

Der Unterschied für vivipare und ovovivipare Reptile einerseits und ovipare Reptile und Vögel andererseits ist in Beziehung auf solchen Zuwachs derselbe. Nach Leuckart steigt das Gewicht der Eier der Glattnatter, welche ihre

Jungen in den Eileitern beinahe zur Reife bringt, während dessen von 1,5 auf 3,2 Gramm. Wo etwa die Eier unentwickelt abgelegt werden, wie bei allen Vögeln, Krokodilen, Schildkröten, vielen Eidechsen und Schlangen, erlangt doch auch der Kreislauf in den peripherischen Organen eine hohe Bedeutung. Er bringt das junge Thier durch Aufnahme der Substanz des sehr grossen Dotters, des Eiweisses, theilweise der Schale, der umgebenden Luft zu einer solchen Vollendung, dass es hernach unter den schwierigen Verhältnissen des Landlebens zu existiren oder wenigstens den Weg zum Wasser zu finden vermag. Er giebt ihm in der Hauptsache und abgesehen von der Grösse seine definitive Existenz, erspart ihm die bei Amphibien so gewöhnlichen, unfertigen, provisorischen Stände, welche auch bei Fischen mehr vertreten sind, als man früher dachte. Freilich dient hier nur eine Zeit lang der Dotterkreislauf allein oder als das Wesentlichere, ihm gesellt sich und ihn verdrängt der diesen Wirbelthierklassen zukommende Kreislauf der Allantois, welcher sich zwischen die vom Dotterkreislauf eingenommene Kugelfläche und die weiteren Hüllen des Embryo drängt und so zur Aussenwelt bequemere Beziehungen erlangt.

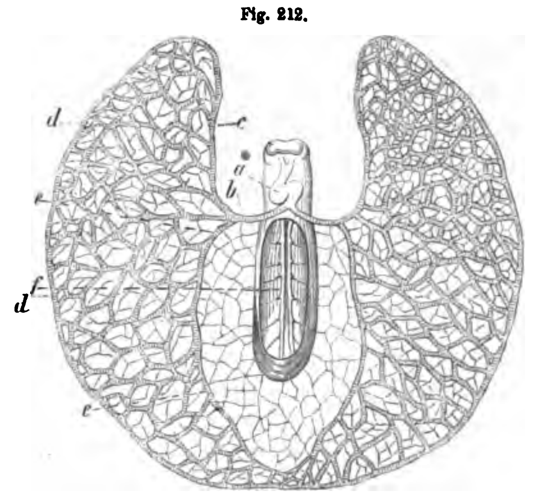
Aber auch bei den Säugern kann der Dottersack, obwohl der Dotter an sich sehr klein ist und kaum Material an ihn abgeben konnte, durch nachträgliches Wachsthum eine grössere Bedeutung erhalten, wo er dann als „Nabelblase“ länger oder kürzer existiren kann.

So erhalten alle drei höheren Wirbelthierklassen einen Dotterkreislauf nach wesentlich gleichen Prinzipien. Während solcher bei Vögeln und Reptilen leicht zu sehen ist, und besonders vom Hühnchen länger bekannt war, ist, ihn bei Säugern identisch nachgewiesen zu haben, das Verdienst von v. Bär und Th. B. W. Bischoff. Dieser Dotterkreislauf entsteht, indem das Gefässblatt Panders und Bär's vom Gefässhofe des Keims durch Abhebung des Amnion dem Dottersacke allein übertragen wird. Das Amnion selbst nimmt sich dabei gar keine Gefässe mit.

Bei allen diesen höheren Wirbelthieren gehen von den Hälften der sich hinter der medianen Vereinigung der Aortenwurzeln bald wieder in die Arteriae vertebrales posteriores Bärs gabelnden Aorta recurrens jederseits eine Anzahl von arteriellen intersegmentalen Aesten als Arteriae omphalomesentericae aus den Seitenwänden auf den peripherischen unfertigen Antheil des mukösen Blattes über und endlich auch die Stämme selbst mit ihren Enden. Sie bilden zusammen ein oberflächliches Gefässnetz, welches jedoch den Theil der Dotteroberfläche vor dem Kopfe nicht bedeckt, vielmehr hier wie ausgeschnitten erscheint. So lange dieses Netz nicht ganz um den Dotter sich ausgebreitet, ihn rings umwachsen hat, laufen seine Gefässe an der Peripherie zu einem starken Gefässe, Vena terminalis, Sinus terminalis zusammen. An dem vorderen Ausschnitte ist die Vena terminalis jederseits scharf zurückgebogen, die beiden Stämme erreichen die Bauch-

spalte des Embryo und treten als Venae omphalo-mesentericae hinten in's Herz ein.

Fig. 212.



Darstellung des Gefässhofes eines Kaninchenembryo, vergrössert nach Bischoff.
a. Herz. b. Vena omphalomesenterica. c. Deren vorderer Ast. d. Vena terminalis. e. Der hintere Ast der Vena omphalomesenterica. f. Primitive rücklaufende Aorten mit den Arteriae omphalomesentericae seu vitellinae.

Dabei zeichnet sich auf jeder Seite mindestens doch ein venöser mehr nach der Medianen gelegener, dem Embryo parallel, von hinten nach vorn laufender Nebenstamm aus, gewissermassen das peripherische Netz jederseits gegen den embryonalen Leib abgrenzend.

Das Gefässnetz konstituirt so mit dem peripherischen Antheil des mukösen Blattes und dem Dotterreste den Dottersack. Es ist deutlich, dass jede Hälfte dieses Gefässnetzes eine Vena vitellina posterior der Fische repräsentirt, welche theilweise in ein Netz ausgebreitet, aufgelöst worden ist. Der Sinus terminalis ist eine Konsequenz kräftiger Gefässarbeit vor Umwachsung des Dotters.

Im mittleren Bezirke rechts und links setzt sich dieses Gefässnetz in die Tiefe fort und so kann von dem äusseren, welches als Fortsetzung der Arterien der Seitenwände arteriell genannt werden darf, ein tieferes, venöses, unterschieden werden, welches, in jene grossen Gefässe abfliessend, vorzüglich aus dem Dottersacke oder der Nabelblase Substanz zu entnehmen, die Bildung der Blutkörperchen fortzusetzen im Stande ist. Mit dem tieferen Netze wurzelt der Dotterkreislauf im Dotter, während das oberflächliche theils als ein athmendes, theils als ein von dem Eiweisse und aus der Mutter aufnehmendes, theils als ein den Bewegungsimpuls für das Blut vermittelndes dazu in Gegensatz tritt.

Dadurch, dass das Dottergefässnetz den ganzen Dottersack umwächst, schwindet die Vena terminalis. Durch die Einengung der Bauchspalte wird

die ganze arterielle Versorgung einzig der vordersten und rechtseitigen Arteria omphalomesenterica und der venöse Abfluss einzig der linken sich ausziehenden Vena omphalomesenterica oder Vena vitellina übertragen. In gewissen Altern der Schildkrötenembryonen kann man nach Rathke's Beschreibung gut erkennen, dass diese der hintere Theil der linken Hälfte des Sinus terminalis ist, in welchen die beiden vorderen und der rechte hintere als grössere Aeste münden.

Die Benennungen dieser Gefässe drücken aus, dass, indem in Einengung des Darmnabels, geweblicher Umwandlung und Verbrauch des Dotters der Dottersack dem sich entwickelnden Darme Platz macht, dieser an die Stelle von jenem tritt, mehr oder weniger aus ihm herausgebildet, die Bedeutung der Gefässe anfänglich ausschliesslich in dem ausserhalb des Nabels liegenden omphalischen Gebiete zu suchen ist, dann in Kombination für Dottersack und Darm Aeste auch an den Darm durch Vermittlung von dessen Aufhängeapparat, des Mesenterium, gehen, bis endlich nur noch die Darmäste der beiden Gefässe als Arteria mesenterica superior und Vena mesenterica erübrigen mit ihren besonderen, später zu besprechenden Schicksalen. Bei den Wiederkäuern, deren Dottersack zweizipflig, der Form des ganzen Eis entsprechend, sich entwickelt, entbehren die fadenförmigen Enden später der Gefässe, indem diese sich aus ihnen zurückziehen. Beim Kaninchen findet ein vollständiges Umwachsen des Dottersacks vom Gefässnetze nicht statt. Indem der Dottersack seinen Stiel lang auszieht, sich dann gegen das Chorion oder zunächst das falsche Amnion andrängt, erlangt er hier die Gestalt einer gewölbten hohlen Scheibe, einer Glocke oder im Ganzen eines Hutpilzes. Dann überschreiten die Gefässe nicht die dem Embryo zugewandte Scheibenfläche, lassen die äussere frei und es hat bei der Bildung des Sinus terminalis am Rande der Dottersackglocke sein Bewenden.

Bei den Amnioten zieht sich in der Regel ein Rest des Dottersackes mit einer Dünndarmschlinge, welche zunächst sich noch in den Amniontrichter hineinsenkte, in die Bauchhöhle zurück und kann nach Abschnürung des Hautnabels einige Zeit noch als Nahrungsreserve dienen. durch Vermittlung der omphalomesenterischen Vene, welche dann ein Ast der mesenterischen ist. Bei Vögeln wird ein Ueberrest des Dottersacks am Darm hängend nicht selten zeitlebens gefunden.

Der Dottersack der Säuger tritt nicht in die Leibeshöhle. Er kann anfänglich durch Endosmose lebhaft wachsen und welkt dann mehr oder weniger früh ab.

So wird er bei den Nagern und bei den Raubthieren besonders gross und bleibt auch zusammengefallen bis gegen das Ende des Fruchtlebens deutlich. Aber auch beim Menschen besteht er gegen die Mitte der Schwangerschaft, obwohl eingeklemmt zwischen Amnion und Chorion, noch als eine Blase von 4—5‴ Durchmesser mit fasriger Hülle, epithelialer Aus-

kleidung und flüssigem Inhalt, oft noch nach v. Baer mit Blutgefässen, welche sich zottig in den Inhalt senken, und mit einem Stiele, als Ueberrest des Dotterkanals, Ductus omphalomesentericus, an welchem die Gefässe zum Nabelstrang verlaufen, also mit allen massgebenden Eigenschaften. Er findet sich sogar bei der reifen menschlichen Frucht nach B. Schultze fast regelmässig noch 2—3''' gross mit eingedicktem, theilweise krystallinischem Inhalt, ja er kann auch dann nach Bischoff noch eine Gefässverbindung zeigen.

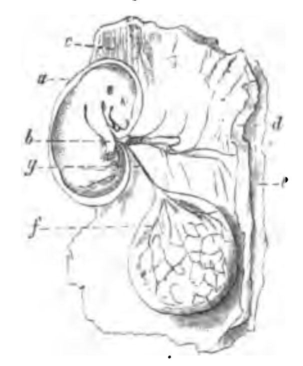
Bei den Amphibien wächst aus dem Hinterdarm, wo dieser das Ende der Bauchhöhle erreicht, aus zwei Anlagen an der Seite des Darms, unter Mitnahme einer Ausstülpung des Hohlraums die Harnblase hervor, welche alle, auch die schlangenähnlichen Coecilien besitzen. Bei den Allantoidiern wächst die gleiche Anlage oder nach v. Bär und Rathke, eine mediane Ausstülpung der unteren Wand des hinteren Darmabschnitts durch die Bauchspalte aus dem Embryo heraus und wird zur Allantois, Allantoides, einem blasenförmigen Organ, welches seinen Namen ἀλλαντοειδής von ἀλλᾶς, die Wurst, wegen der gestreckten Gestalt in Wiederkäuern schon bei Galenus führt.

Kupffer hat eine Blase, welche bei einigen Knochenfischembryonen zwischen dem hinteren Ende der Chorda und dem Rande des noch nicht von der Keimhaut umwachsenen Dotterloches vor Anlage des Darms erscheine, beim Stichling am dritten Tage die Gehörblase an Grösse übertreffe, dann noch wachse, später aber nur Harnblase werde, als Allantois gedeutet. Das ist, nachdem Kupffer selbst wesentliche Theile seiner Mittheilung als irrig erkannt hat, bis auf Weiteres nicht aufrecht zu erhalten. Oellacher, welcher bei der Forelle nie etwas Aehnliches sah, glaubt, dass Kupffer zwei verschiedenartige Dinge in Zusammenhang gedacht habe.

Die Allantois kann bei den Allantoidiern mit dem in der Bauchhöhle liegenden Theil ebenfalls Harnblase werden: Säuger, Schildkröten, Eidechsen; oder für diesen inneren Theil verkümmern, so dass die Harnblase fehlt: Vögel, Krokodile, Schlangen. Sie kann in dem peripherischen Theile anscheinend nutzlos vergehen: aplazentare Säuger. Sie bildet im Uebrigen mit dem peripherischen Theile ein Gefässnetz aus, welches für das embryonale Leben von grösster Bedeutung ist. Bei der europäischen Sumpfschildkröte bemerkte sie Rathke schon, als das wahre Amnion sich noch nicht von seinem peripherischen Theile abgeschnürt hatte. Meine eigene, 1871 mitgetheilte Beobachtung an einem mindestens ziemlich ausgetragenen Embryo vom Riesenkänguruh, Macropus giganteus Shaw, hat die Angabe von Owen vollkommen bestätigt, dass auch bei den Marsupialien die Allantois als eine fein gestielte Blase aus dem Bauche vortrete. Bei diesem Foetus war die Blase sogar viel schöner ausgebildet, als sie Owen in seiner vergleichenden Anatomie abbildet. Ein feines Gefässnetz war auf ihr mit

blossem Auge zu erkennen. Sie enthielt in dem sonst wasserhellen Inhalt einige trübe Flocken. Das Amnion lag um diese Zeit dem Embryo sehr dicht an und war in der Nähe des Nabels ziemlich substantiös. Der Dottersack war sehr ausgedehnt, er war durch einen kräftigen Dottersackstiel mit dem Embryo vor dem Allantoisstiel in Verbindung. Peripherisch war er dem Chorion angewachsen und zwar so, dass die dem Embryo zugewandte Seite der das Chorion berührenden dicht anlag. Diese Allantois aber hatte hier mit dem Chorion gar keine Verbindung. An letzterem funktionirte ausschliesslich die Gefässschicht der Dottersackhaut, welche durch drei Hauptstämme mit dem Embryo in Verbindung stand.

Fig. 213.



Embryo von Macropus giganteus Shaw, in natürlicher Grösse. v. Amnion. b. Dottersackstiel mit den Gefässen. c. Der dem Embryo zugewandte und d. der dem Chorion angewachsene Theil des Dottersacks. e. Chorion. f. Allantois. g. Allantois-Stiel.

Der Stiel der Allantois kann aus der Blase harnhaltige Flüssigkeiten in ihren Binnenraum führen und heisst deshalb Harngang, Urachus. Nach Abschnürung des äusseren Theils der Allantois bildet er einen Strang von dem Harnblasenscheitel zum Nabel; Ligamentum vesicae medium. Die Allantois ist also zunächst ein erweitertes Harnreservoir und mag beim Känguruh eine andere Bedeutung nicht haben.

Die Allantois nimmt sich von der Aorta oder von den beiden Aortae primariae wieder zwei arterielle intersegmentale Zweige mit, welche von rechts und links diese Entwicklung am Darm umwachsen haben, und führt sie aus der Bauchspalte, dem späteren Nabel, als Arteriae umbilicales oder allantoidis hervor. So bietet sie die Mittel zur Entwicklung eines neuen peripherischen, provisorischen Gefässsystems. Das so entstehende neue Gefässlager, zusammengesetzt aus Blutgefässen und Bindegewebe, kann von dem Augenblicke an, dass es die Peripherie des Eis und daselbst die verschmolzenen Häute, Dotterhaut, falsches Amnion und Chorion erreicht hat, sich von der Blase des Harnsacks befreien und über diese hinausgehen, der letztgedachte, aus dem Darmblatt entstandene Antheil, pflegt dann zu verkümmern; das Gefässblatt der Allantois wächst allein inwendig am Chorion herum und trägt wesentlich zu dessen definitiver Gestaltung bei. So ist die Blase der Allantois beim Menschen sehr klein und existirt wohl nur ganz kurze Zeit, wenn überhaupt je, ohne mit dem Chorion verwachsen zu sein. Bei den Wiederkäuern ist sie zwar sehr gross und während des ganzen embryonalen Lebens in Verbindung mit der Harnblase, so dass beim Durchschneiden des Nabelstrangs des geborenen Kalbes Harn durch den Urachus aus der Harnblase abtröpfeln kann, aber die Gefässschicht geht

indem sie das wahre Amnion aussen überzieht, doch noch über die Gränzen des Harnsacks hinaus.

Die Allantoisblase hat inwendig einen Epithelüberzug. Es darf übrigens nach ihrer Entwicklungsgeschichte, abgesehen von dem, was ihr in dem späteren Stande vom falschen Amnion an seröser Hülle zukommt, an ihr ausser einem bindegewebigen Antheil vom Viszeralblatte ursprünglich auch aussen ein epithelialer seröser Ueberzug, wie er das Coelom auskleidet, erwartet werden, und wird sich an der freien Allantois der Marsupialien am deutlichsten nachweisen lassen.

Die Gefässstämme für die Blutzufuhr zu diesem neuen Organ werden Nabelarterien, Arteriae umbilicales genannt. Das Blut wird aus ihm gegen das Herz zurückgeführt durch zwei Nabelvenen, Venae umbilicales. Der Entstehung der Allantois entsprechend, sind diese Venen Aeste der Venae omphalomesentericae aus deren mesenterischem Antheil. So wie sie physiologisch an Stelle der Dottergefässe treten, sind sie auch morphologisch ihnen zunächst beigeordnet, sie treten als hinterste Theile der Aortae primariae an ihre Stelle. Die Nabelarterien besitzen nach Brücke einen besonderen Reichthum von Muskelfasern, welcher beim Abnabeln und schon bei der Geburt in Folge der Einwirkung niederer Temperatur, sie zu verengern und zu verschliessen vermag und so Verblutung Neugeborener, besonders der Säuger, verhindert. Bei Oviparen erlischt die Funktion im Abwelken der peripherischen Organe mehr allmählich. Die Funktion der Allantoisgefässe ist wesentlich die des äusseren Dottergefässnetzes; aus dem Harnsacke haben sie nichts aufzunehmen, nur dahin etwa auszuscheiden. Sie wachsen auch nur in die Peripherie hinein. Die Bedingungen für die isolirte Entstehung von Blut, welche an der Dotteroberfläche bestehen, giebt es in der Allantois nicht, auch keine Zirkulation ohne Gefässe, in Lakunen, was für das Verständniss der Funktion des Blutes in den Eihüllen von Wichtigkeit ist. Ob aber für die Gefässbildung in der Allantois mitgenommenes, indifferentes, interstitielles Gewebe noch von Bedeutung sei, oder ob hier Knospung neue Gefässe liefere, soll damit nicht entschieden werden.

Bei den Krokodilen liegt die Allantois mehr links vom Dottersack und die Nabelöffnung findet sich, wenn der Dottersack von einer sackartigen Ausdehnung der ventralen Vereinigung der Bauchwände, der unteren Vereinigungshaut Rathke's, aufgenommen worden ist, links an der hinteren Seite dieses Sackes.

Es hängt von der Menge des bei der Geburt etwa noch reservirten Dotterrestes ab, ob und wie weit die Umbilikalgefässe bedeutender werden, als die omphalischen oder vitellinen. Die Umbilikalvenen werden in der Regel später zu einer einzigen Umbilikalvene zusammengenommen. Bei der so stark nach zwei Richtungen entfalteten und in der Mitte sich nicht

weit vom Nabel entfernenden Allantois der Wiederkäuer bleiben dagegen zwei Umbilikalvenen erhalten.

Das Weitere der Anordnung der Umbilikalgefässe in der Peripherie in Verbindung mit den Eihüllen und Anderem gehört in die Entwicklungsgeschichte.

Die Batrachier haben eine ähnlich unvollkommene Vertretung der Allantoisgefässe, wie der Dottergefässe. Als Vertreter oder Mitvertreter der Umbilikalvenen müssen bei ihnen die Venae abdominales betrachtet werden, welche, von unten in den Venensack des Herzens mündend, sich auf dem Bauchfell nach hinten ausbilden, hier als Venae epigastricae die Gefässe vor der Harnblase aufnehmen und mit denen der hinteren Extremitäten in Verbindung treten. Nach Verschmelzung der hinteren Theile in der Mittellinie geht der vordere Theil der rechten Bauchvene ein und der linke Stamm führt allein in den venösen Sinus. Die Arteriae epigastricae und die Arterien der Harnblase entspringen aus den Arteriae iliacae.

Es bleibt die weitere Entwicklung der Gefässe im embryonalen Körper zu beschreiben. Die Verhältnisse der Arterien knüpfen zunächst einfach an das oben Gesagte an. Die Wurzeln der omphalomesenterischen und der umbilikalen Gefässe entspringen von der Aorta als intersegmentale Aeste und treten nach mehr oder weniger grosser Auflösung in Kapillare in der Mittellinie des Bauches, welcher zum Dottersacke oder zur Allantois erweitert war, zusammen, auch wohl in sekundärer seitlicher Verschiebung, Ungleichheit und daraus einseitiger Vertretung. Der mediane Bauchstamm bildet das Herz; vor diesem geht er in seitliche Hälften auseinander; diese theilen sich wieder in intersegmentale Aeste, Aortenbogen, welche sich gleichfalls mehr oder weniger in Kapillaren auflösen und danach zu Aortenwurzeln und einfacher Aorta verbinden. In diesen Anlagen sind also alle metamerisch angeordneten vertikal zwischen Bauch und Rücken sich bewegenden Blutbahnen primär gleichwerthig und ebenso die Vereinigungen unter der Chorda oder den Wirbelanlagen, hypaxon, als Aorta, mit denen am Bauche und an der Oberfläche des Dottersacks als Vena vitellina oder intestinalis inferior und an der Allantois. Durch die Richtung der Herzkontraktionen, dann durch die ungleiche Energie der Wandausbildung, durch die Einbettung kapillarer Anordnung, durch die Gelegenheit zur Athmung entstehen secundäre Differenzen, aus welchen nicht überall mit der gleichen Summe von Motiven Venen und Arterien unterschieden werden.

Den so berücksichtigten Gefässbahnen gesellen sich, wie wir ja auch im Kopfe vor den gut charakterisirten Aortenbogen unklare hatten, mit der Ausbildung der Seitenwände des Rumpfes und der des Schwanzes, damit der deutlicheren Gegensetzung sich dorsal abhebender oder kaudal sich frei machender Theile des Körpers gegen den Theil, welcher nunmehr nur

noch als Dottersack erscheint, nach denselben Prinzipien zu verstehende, indem sie theils von jenen sich absondern, theils neu hinzukommen.

Indem die Aorta beispielsweise bei den Fischen in den Schwanz hinein sich ausdehnt (vergl. Fig. 210 p. 450), bildet sie neue Paare von Bogen zur Vena caudalis inferior, dem hinteren Theile der nun einseitig gewordenen Vena vitellina posterior, und die letztere bildet in dieser Zeit auch für den Schwanz die einzige rückläufige Blutbahn. Vogt sah die Ausbildung dieser Blutbahnen im Schwanze sich binnen eines einzigen Tages fertig stellen in unmittelbarem Anschluss an die der Kiemenbogen. Sie mögen also wohl als blutleere Gefässanlagen schon früher bestehen und vom Blutandrang ergriffen, nur gefüllt, ausgeweitet und weiter ausgebildet werden. Dass für die Kapillaren hier eine Sprossung aus vorhandenen Gefässen geschehe, ist namentlich von Götte bekämpft und die Entstehung aus Lakunen noch erübrigter Theile des indifferenten Bindegewebes, welche allmählich mit den fertigeren Gefässen in Verbindung treten, auch aus der regelmässigen Anordnung begründet worden.

Ebenso entstehen intersegmentale Aeste am vorderen Theile der Aorta. Sie gliedern sich in einen zum Rücken aufsteigenden und einen in die Seitenwände, wo Rippen sind zwischen diesen, absteigenden Theil, als Interkostalarterien und Lumbararterien. Als solchen entsprechend müssen vorn die Arteriae subclaviae betrachtet werden, welche zu den vorderen Gliedmaassen gehen. Sie können bei Fischen wirklich von der einfachen dorsalen Aorta Ursprung nehmen. Es kann jedoch schon in dieser Klasse ihr Ursprung an den Aortenwurzeln oder an dem gemeinsamen oberen Theile nur eines Paars von Aortenbogen, Vasa efferentia oder Kiemenvenen liegen. So fallen sie auch bei Amphibien und Reptilen, soweit sie mit vorderen Extremitäten zur Existenz kommen, an die Aortenwurzeln oder an eine von ihnen und kombiniren sich bei Vögeln und Säugern, bei Eingehen einer Aortenwurzel und Persistenz nur der von einer Seite wohl noch in verschiedenem Grade mit entwicklungsgeschichtlich als Aortenbogen zu betrachtenden Antheilen der Carotiden. Ihre vorzügliche Stärke mit der Entwicklung der vorderen Extremitäten bringt sie aus der gewohnten Beziehung und Ordnung, wie wir weiterhin genauer sehen werden.

Die Arteriae iliacae für die hinteren Extremitäten stehen ebenfalls in der Reihe der metamerischen Paare. Wo es eine Allantois giebt, können sie als Aeste der Arteriae umbilicales auftreten, durch eine Verbindung im Wurzelstücke; Mangels hinterer Extremitäten fehlen sie. Das ungleiche Mass dessen, was von Aorta übrig bleibt, nachdem sie abgegangen sind, richtet sich nach dem Masse der weiter hinten liegenden Theile des Schwanzes, und ändert sich mit dessen Verkümmerung in den Larven ungeschwänzter Batrachier während der Entwicklung.

Von besonderer Bedeutung für das Verständniss der Grundprinzipien

des Kreislaufs erscheinen noch solche Arterien, welche an der Bauchseite der Axe des Körpers longitudinal verlaufen. Bei den Schlangen findet man zuweilen die Karotiden der beiden Seiten zu einem Stamme zusammengefasst, welcher unter dem Oesophagus nach vorne geht und in der Richtung einer aus dem arteriellen Herzen hervorgehenden Aorta primaria erscheint, während ein solcher gemeinsamer Carotidenstamm, wo er bei Krokodilen und Vögeln erscheint, hart vor den Wirbelkörpern verläuft, also von den oberen Theilen der Aortenbogen herzurühren scheint. Wir werden über diesen Truncus caroticus impar übrigens unten weiter reden. Der Bauchlinie wenigstens genäherte Longitudinalstämme sind ferner von vorn nach hinten gehend im Thorax die Arteriae mammariae internae und von hinten nach vorn am Bauche die Arteriae epigastricae, welche sich in den Bauchwandungen verbinden und so einen abdominalen, die Aortenbahn ergänzenden und ersetzenden kollateralen Kreislauf gewähren. Bei den Schildkröten rückt die Epigastrica mit ihrer Verbindung von der Mammaria interna, welche sonst ein Ast der Subclavia zu sein pflegt, sogar hinab an einen Arterienstamm der vorderen Extremität und verbindet so den Gefässstamm der hinteren Extremität, die Iliaca, von welcher sie selbst entspringt, mit dem Arteriensystem des Vorderbeins in einer möglichst lateral hinausgerückten Longitudinalverbindung.

Das somit nach und nach gezeigte Vorkommen verschiedener longitudinaler Arterienbahnen, theils paariger symmetrischer, theils medianer, epaxoner, hypaxon ventraler und hypaxon dorsaler, nimmt der Frage, ob die Aorta selbst primär in zwei parallelen Hälften angelegt werde (vergl. Fig. 212 p. 453), welche dann mehr oder weniger verschmelzen, oder ob sie vielmehr stellenweise primär einfach entstehe und sich dann in gewissen Fällen weiter spalte, einer Frage, in welcher die Autoren nicht überall einig sind, jegliche generelle Bedeutung.

Die Betrachtung der bisher nicht besprochenen venösen Bahnen des eigentlichen embryonalen Leibes reiht sich in innerem Zusammenhange an.

Nach dem Mitgetheilten setzen sich die arteriellen Blutbahnen im Embryo anfangs direkt und ausschliesslich in venösen des Dottersackes fort. Erst allmählich wird die Differenzirung beider Arten von Bahnen der Kontinuität überlegen. Aus dem Dottergefässnetz ging in Abspleissung und Umwandlung das Darmgefässnetz hervor, dessen weitere Gestaltung uns besonders beschäftigen wird. Die Arterien des Vorderkörpers fanden wenigstens nach Vogt in den vorderen Dottergefässen rückläufige Blutbahnen; deutlicher ging der Strom der Aorta recurrens in den hinteren Dottergefässen auf. Mit der weiteren Entwicklung der animalen Schicht des Embryo zeigen auch Seitenwände und über den Dottersack hinaus wachsender Schwanz venöse Blutgefässe und machen allmählich einen Theil der rückläufigen Bahnen vom Dottersack frei. Entsprechend der Lagerung der

Theile liegen die so entstehenden Blutbahnen der Mittellinie näher, und, obwohl hypaxon, doch eher dorsal als ventral; sie treten auch leicht hypaxon median zusammen. Da diese Gefässe nicht in das Gebiet provisorischer, embryonaler Organe fallen, kommen sie nicht durch Nabelabschnürung zur Verkümmerung. Doch sind sie ebenso wenig als die Arterien absolut ausgeschlossen vom Verlaufe in der ventralen Mittellinie des bleibenden Leibes, auch ebenso wenig als jene ganz von der Möglichkeit epaxoner medianer Zusammenlegung.

Die Anordnung solcher rückführender Gefässe ist zunächst symmetrisch und für die Zutheilung zu vorderen und hinteren Stämmen durch die Stelle des Herzens bestimmt.

Die Venen der vorderen Körpertheile junger Wirbelthierembryonen sammeln sich jederseits in einer Drosselvene, Vena jugularis (vergl. Fig. 210 p. 450). Die Drosselvenen verlaufen dorsal von den Kiemenspalten und biegen sich dann neben dem Speiserohr zum Herzen hinab.

Die Venen des Hinterkörpers verbinden sich zu zwei neben der Aorta descendens verlaufenden Stämmen, welche Rathke Venae cardinales genannt hat. Diese Stammvenen biegen sich ebenfalls zum Herzen hinab. Sie verbinden sich hier mit den Jugularvenen jederseits zu einem kurzen in das Herz, beziehungsweise den venösen Sinus desselben, mündenden Kanal. Rathke hat diese Kanäle Ductus Cuvieri, J. Müller Trunci transversi, Quervenenstämme, genannt, weil sie den von Cuvier bei den Fischen beschriebenen Trunci transversi entsprechen, welche bei diesen Thieren dauernd das Blut der Körpervenen zu dem gedachten venösen, in den Herzvorhof sich von hinten und oben ergiessenden Sinus führen. J. Müller hat sie auch als rechte und linke gemeinschaftliche Hohlader bezeichnet.

Bei den erwachsenen Fischen sind entsprechend der starken Entwicklung dorsaler Theile und in Uebereinstimmung mit der Benennung für hintere Gefässe die vorderen Hauptvenenstämme, die Venae vertebrales anteriores; die Rückführung eines im Allgemeinen kleineren ventralen Antheils des Blutes besorgen dann Venae jugulares inferiores, sei es in die Trunci transversi, sei es median verbunden in den Sinus selbst. Auch können die Venen der vorderen Gliedmassen, Venae subclaviae, statt sich in die Vertebrales anteriores zu ergiessen, direkt in die Querstämme gehen. Das Prinzip der bequemsten Wege findet hier bei der so verschiedenen Anordnung und Grösse der Theile seine Anwendung.

So nennt man auch die hinteren Hauptvenenstämme der Fische in der zunächst und zumeist animalen Sphäre Venae vertebrales posteriores. Sie haben eine ventrale Ergänzung durch Venae epigastricae. Sie empfangen hinten das Blut der Vena caudalis. Ihre Symmetrie kann unvollkommen werden, namentlich kann der rechte Stamm sehr überwiegen.

Jene Venae cardinales entstehen nach Vogt bei Coregonus palaea erst, wenn die Zirkulation durch die Kiemen vollständig eingerichtet ist. Bis dahin fungiren für sie die hinteren Dottervenen. Deren Gebiet dehnt sich immer weiter in den Schwanz hinein aus, indem sie von der Arteria caudalis immer neue, den Dotterarterien homologe, aber in den Schwanz eingeschlossene, absteigende Bogenpaare als Wurzeln zugetheilt bekommt. Wenn die Venae cardinales sich ausbilden und diese Schwanzschleifen übernehmen, kommen sie auch weiter vorn durch intervertebrale aufsteigende Bogen mit der Aorta derart in Verbindung, dass ein Ast der Aorta sich jedesmal in zwei Venen spleisst, welche zur Vena cardinalis gehen. Wenn wir das ganze Gefässnetz in Embryo und Dottergefässhof einheitlich betrachten, so ist nunmehr die rückführende Bahn an einer nicht mehr ausser dem Embryo, sondern an einer in ihm liegenden Stelle eingerichtet, ein den Medianen näher liegender Gefässabschnitt bevorzugt.

Bei der Unke, mit ihrem minimalen Dotterkreislauf, sah Götte eine erste Venenanlage, welche mit Rücksicht auf die spätere Entwicklung sofort als Repräsentation jener drei Abschnitte, Vena jugularis, Vena cardinalis und Canalis Cuvieri angesehen werden durfte, ziemlich um dieselbe Zeit mit der Entstehung der Aortenbogen (vergl. p. 439). Die Arterien des epaxonen Körperantheils gehen dann theils als vordere Wirbelvenen zur Drosselvene, theils als hintere in die Stammvene, theils in die obere Schwanzvene, welcher gegenüber jedoch die untere Schwanzvene einen grösseren Antheil des rückströmenden Blutes empfängt. Die vorderste von den in die Cardinalis mündenden Wirbelvenen, hinter den Urnieren, hat kurz vor ihrem Eintritt eine rhythmisch pulsirende Anschwellung. Aus einer die Aorta und die Vena cardinalis, Stammvene, verbindenden einfachen Schlinge jeder Seite, ganz homolog den anderen Schwanzbogen, entwickelt sich der Kreislauf für die hintere Extremität. An diesem Beispiele an beschränkter Stelle wird fast noch leichter als im generellen Verhalten deutlich ebensowohl die Homologie der Arterien mit den Venen, als die des Kreislaufs im Embryo mit dem in dessen peripherischen Anhängen. Eine solche Schlinge ist gleich der hinteren Dottervene Vogts.

Bei den Fischen bleiben in den Venae vertebrales posteriores die Cardinalvenen mit ihrer ganzen Function, nur etwa in der Symmetrie gestört, erhalten, bei den übrigen Wirbelthieren werden sie theilweise in ihren Leistungen durch die untere Hohlvene ersetzt.

Das Gebiet der unteren Hohlvene, Vena cava inferior, nach Haltung des Menschen, oder posterior, ist bei den Fischen nur durch die Lebervene vertreten, welche, sei es einzeln, wie sie aus den zwei oder drei Lappen kommen, oder verbunden in den Sinus venosus münden, wobei sehr eigenthümliche, bald zu schildernde Verhältnisse als Erhaltung eines mehr unbestimmten, embryonalen Charakters erscheinen können.

Bei den übrigen Wirbelthieren tritt die so gegebene Grundlage mit ein für einen Theil der Cardinalvenen; es wird den Ductus Cuvieri, den gemeinschaftlichen Hohlvenen Müllers, ein Theil ihrer Funktion entzogen und eben aus dem Lebervenenstamm die untere Hohlvene hergestellt, wobei jedoch auch ein Stammantheil einer Cardinalis mit an der Stammbildung der Cava inferior Theil nimmt.

Es sind die Beziehungen der Urnieren und der definitiven Nieren, welche diese Veränderungen regieren, indem die durch diese Organe verlaufenden Antheile der Venae cardinales durch die besondere Gefässgestaltung in den Organen gewissermassen von den vorderen Stammesantheilen abgeschnitten werden und das Blut dieser Organe und rückwärts liegender Theile neue Bahnen nehmen muss.

Schon bei den Fischen fand Jacobson, dass diejenigen Aestchen der Vertebralvenen, welche in das Gebiet der, bei den Fischen gewöhnlich durch den Rückentheil der ganzen Bauchhöhle gehenden Nieren fallen und diese Organe durchsetzen, häufig von kapillarer Auflösung ergriffen werden. Das geschieht in der Art, dass in die Nieren eintretende Interkostalvenen, einzeln oder zu Längsstämmchen vereinigt, als Venae renales advehentes der Nierensubstanz ein Kapillarnetz geben und erst aus diesem sich Venae renales evehentes oder revehentes herstellen, welche das Blut zu den Venae vertebrales posteriores oder cardinales bringen. Hyrtl ist allerdings der Meinung, es seien hier Arterien für Venae advehentes gehalten worden, und wie auch Owen den Bedenken beigetreten, welche schon Cuvier, Meckel und Stannius gegen die Lehre von Jacobson erhoben hatten. Uebrigens wird bei den Fischen ein Theil der dorsalen Venen zunächst epaxon im Rückenmarkskanale zu einer den Cardinalvenen parallelen Vena neuralis gesammelt und tritt dann erst durch Queranastomosen, welche durch die Nierensubstanz gehen und Nierenvenen aufnehmen, zu den Venae cardinales. Wie sich hierbei die Venen und wie sich überhaupt die Gefässe der hinteren Gliedmassen bei vom Normalen abweichender Stellung letzterer in den Gruppen der Teleostei thoracici und jugulares verhalten, ist wenig bekannt. Bei dem Mangel an Verbindung der hinteren Gliedmassen mit der Wirbelsäule lässt sich erwarten, dass die Gefässe derselben in solchen Fällen statt Aeste der Aorta, gleichwerthig den Interkostalarterien, zu sein oder in die Stammvenen zu münden, epigastrischen Gefässen oder auch denen der vorderen Gliedmassen zugetheilt seien, von welchen z. B. bei Lophius auch starke Aeste an die Körperseiten abgegeben werden.

Bei der Unkenlarve sind nach der Darstellung von Götte die Stammvenen anfänglich im grössten Theile ihres Verlaufs gleichfalls in innigster Verbindung mit den Urnieren, so dass deren Schläuche in ihrer sinuösen Ausbuchtung schwimmen. Dieser Theil der Stammvenen hat dadurch die Bedeutung eines Wundernetzes oder kapillaren Systems, in welches der

Stamm hinten eintritt und aus welchem er vorne austritt. Es entwickeln sich nun nach hinten von den Urnieren und median von den Stämmen die definitiven Nieren, nähern sich der Medianlinie und machen sich mit ihrer Gekrösewurzel von der Wirbelsäule frei, während die Urnieren verkümmern. So nehmen sich die Nieren ein Gefässnetz mit, aber die Stammvenen verlieren ihren sinuösen Charakter, sie werden einfache Stämme und werden bis zu der Stelle, an welcher sie der vom absteigenden Afterdarm noch weiter rückwärts ziehende Schwanzdarm auseinander hält, dicht aneinander gezogen, so dass sie nur noch durch ihre eigenen Wände getrennt sind. Nunmehr wird die rechte Stammvene überwiegend. Sie erhält ferner kurz vor ihrem Zusammentreffen mit der linken, neben der Wurzel der Arteria mesenterica, eine Verbindung mit einem Stamme, welcher sich vom venösen Sinus des Herzens aus entwickelt, indem er die Lebervenen an sich nimmt, mit der Vena cava inferior. Die rechte Stammvene wölbt sich jetzt, wo sie der linken anliegt, gegen diese und beide verschmelzen, soweit die Nieren liegen, zu einem unpaaren Stamme. Ist die Verödung der Urnieren fertig, so sind auch die direkten Verbindungen der Stammvenen zum Herzen eingegangen. An ihre Stelle ist gänzlich jene sekundäre Verbindung der rechten Stammvene mit der unteren Hohlvene getreten. Das System dieser Vene hat dann ausser dem vorderen oder dem Leberantheil auch einen hinteren oder Nierenantheil. Für den Stamm ist dieser gebildet von einem wirklichen Stücke der echten Cardinalvene.

In dem Gebiete der Nieren gestaltet sich dabei der Kreislauf folgendermassen. Indem die Nieren sich zwischen die ihre Längsentwicklung quer schneidenden einzelnen hinteren Wirbelvenen, die Aeste der Venae cardinalis drängen, kombiniren sich zwar die Gefässe an der inneren, medialen Kante zu in den nunmehrigen Nierentheil der Hohlvenen sich einsenkenden Aestchen. Die an der äusseren, lateralen Kante aber sammeln sich zunächst in der längs der Niere nach hinten laufenden Vena Jacobsoni und gelangen erst durch diese und hinter der Niere in die Kardinalvene ihrer Seite. Anfänglich führen die Stämme der Kardinalvenen aus der vorderen Spitze einer rhombischen Figur, welche sie durch die Lagerung der Nieren und der Urnierengänge hier bilden, das Blut noch zur Vena cava inferior. Dann aber geht diese vordere Verbindung ein, in der Regel unter Vorgehen des linken Schenkels im Schwunde. Von den symmetrischen Kardinalvenen persistirt nunmehr nichts als zwei kurze Stämmchen, die hinteren Schenkel jener rhombischen Figur. In ihren Verzweigungen nach vorne an den Nieren fungiren diese als Venae renales advehentes. Hinten sind sie anfänglich mit dem Reste der unteren Schwanzvene verbunden. Wenn der Schwanz in der Wandlung der Batrachierlarven verkümmert und die Hinterbeine sich ausbilden, fallen sie an die Venen dieser, die Venae iliacae. Diese haben dann den Rückweg zum Herzen, und indem sie ihr Blut zu den Venae

renales advehentes und durch die dem Gebiete der Cava direkt zugetheilten Nierenkapillaren und Venae renales evehentes zu den Wurzeln des Nierentheils der unteren Hohlvene bringen. Ebenso erscheinen dann die Jacobson'schen Venen als Aeste der Venae iliacae.

Die Differenzen, welche hierbei aus Verkümmerung der Venae iliacae, Mangels hinterer Extremitäten, entstehen, sind im Prinzipe nicht bedeutend. Für die vor der Niere liegenden hinteren Wirbelvenenäste erscheint jetzt die Verbindung mit der Gruppe der vorderen das herrschende; sie scheinen nicht mehr mitzuwirken zur Bildung eines Ductus transversus, sondern in die Jugularvenen abzufliessen.

Unter Bezugnahme darauf, dass die Einrichtung kapillarer Verzweigung in dem Verlaufe von Venen am ersten und besten im Leberkreislauf bekannt war, in welchem die Pfortader auf solche Weise in die Lebervenen übergeht, hat man die geschilderten Verhältnisse, welche die Reptile mit den Amphibien theilen, als ein Nierenpfortadersystem bezeichnet. Solches käme also eventuell, wenn auch wohl keinenfalls in der von Jacobson gedachten Ausdehnung den Fischen zu.

Bei den Krokodilen sind zwar auch die Venae iliacae verbunden mit den Venae renales advehentes, welche übrigens mit vereinigten Wurzeln aus einer Gabelung der Vena caudalis hervorgehen. Aber nicht allein erhält sich in einer nicht kapillar aufgelösten Stammesverbindung zwischen der Wurzel der Vena advehens und revehens eine Spur der Vena cardinalis, sondern es bilden sich auch direkte Abflüsse zur Vena cava.

Bei den Vögeln und Säugern vereinigen sich die das von den hinteren Gliedmaassen und vom Hinterleibe überhaupt herkommende Blut vermittelst der Venae iliacae externae und internae oder hypogastricae sammelnden Venae iliacae communes gradezu zur Vena cava posterior. Sie bilden bereits für diese einen starken Stamm, für welchen damit die Mittellinie angewiesen wird. Die Nierenvenen, so die Sonderung in Advehentes und Evehentes verlierend, nur noch Arterienblut empfangend, bilden dann bei den Vögeln nur einen Theil des Gebietes der Hypogastricae und etwa der Iliacae communes und gehen bei den Säugern ohne alle Verbindung mit den Iliacae direkt zur cava inferior. Solches entspricht der Ausdehnung, Lage und Abschnürung der Nieren.

Bei den Vögeln ist die Vena cava sehr kurz, bei den Säugern meist lang; übrigens wird bei den Cetaceen auch wohl erst weit vorn die Einfachheit erreicht.

Die erübrigenden Venae vertebrales posteriores münden bei den Vögeln ebenfalls in die Jugularis. Bei den Säugern kann wohl noch eine direkt das Herz erreichen, meist gehen sie in die vordere Hohlvene. In sekundärer Asymmetrie überwiegt in der Regel der rechte Stamm, daher dessen Benennung als Vena azygos. Der linke, Vena hemiazygos, verbindet sich

dann in der Regel mit dem rechten und der gemeinsame Stamm mündet, wenn zugleich die vorderen Hohlvenen asymmetrisch geworden sind, in die einfache vordere, ursprünglich rechte Hohlvene. Es können jedoch auch noch in dieser Umwandlung Verbindungen mit der Iliaca communis, Renalis, Cava inferior an die Entwicklungsgeschichte und an die niederen Klassen erinnern. Es handelt sich überall nur um Verbindung eines mehr oder weniger grossen Antheils hinterer Venen von der animalen und der vegetativen Sphäre mit dem System der Cava und damit um Ablösung der hinteren animalen Theile vom System der Trunci anonymi, welche so mehr und mehr den Namen von Cavae anteriores verdienen.

Die durch v. Baer bekannt gewordene Vertretung des Systems der Azygos durch Blutleiter im Rückenmarkskanale, welche endlich zur Vena cava inferior führen, bei Walen, entspricht dem System der Vena neuralis der Fische. Wir haben das oben (Bd. I, p. 171) erweitert und für die dorso-ventrale Symmetrie angewendet mit unserem Beispiele von Choloepus Hoffmanni Peters. Die sakralen und lumbaren Venen traten hier in den Rückenmarkskanal und bildeten dort einen einfachen Sinus. Aus diesem gelangte das Blut erst vorne wieder durch einige Queranastomosen in die Vena azygos. Dieser Sinus hatte auch eine am dritten Halswirbel beginnende vordere, präkardiale Partie.

Indem sich die Lebertasche am Darme zum Gallengange mit der Gallenblasenaussackung einengt, hinabsenkt und an dieser Stelle die an ihrer Wurzel gelegenen Dotterdarmvenen mit hinabnimmt, vorne aber, in kolbigen Auswüchsen aus der Tasche und deren Wänden die feineren Kanäle und die Substanz der Leber bildend, sich mit Solchem in das Gebiet der dem Herzen nächstliegenden Abschnitte der Dotterdarmvenen wuchernd hineindrängt, verwandelt sie diesen Theil der Dotterdarmvenen in ein ihre Lappen umhüllendes Netz, erst von Lakunen, dann von wirklichen Gefässen. So entsteht vorne ein ausführendes venöses Lebernetz, das System der Lebervenen mit Mündung in den venösen Sinus des Herzens, oder über den Fischen in die sich hier ausziehende Vena cava posterior.

Die von hinten gegen die Leber und über sie weg zum Herzen strömenden Venen omphalomesenterischer Abkunft atrophiren rechts früh, links von der Gallenblase vereinigen sie sich zu einem Stamme. Der omphalische Antheil geht zeitig ein und so ist diese Vene, sofern ihr nicht eine abdominale Partie zugetheilt wird, nur noch eine mesenterische, welche das Blut von Magen, Darm, Milz, Pankreas abführt. Weil sie in den Spalt zwischen den Hauptleberlappen eintritt, hat sie den Namen der Pfortader, Vena portae. Vena portarum erhalten.

Bei den Amphibien gehen zunächst Verbindungen der Vena abdominalis, wo diese die Leber streift, an diese Vena portarum. Die Abdominalis aber empfing, wo sie in den Venensack des Herzens mündet, die

Herzvene. Indem nun die Abdominalis nach Herstellung der Verbindung mit der Vena portarum jene eigene Mündung in den Venensack aufgiebt, fliesst schliesslich mit der Abdominalis auch die Herzvene bei den Amphibien der Pfortader zu.

Die Pfortader bringt ihr Blut in die Hohlvene und zum Herzen durch die Vermittlung der Lebervenen. Indem gleichzeitig mit der Entwicklung des Gebietes der Pfortader die Leber in das Dotterdarmvenensystem hineinwächst, kann es geschehen, dass die Umbilikalvenen, welche sehr früh, nach Kölliker beim Menschen sicherlich vor Entstehung der Leber auftreten und, wie Götte meint, erst längs der Konvexität der Leber, ventral, unter ihr aufsteigen, doch nachher an die konkave Seite der Leber zur Vena omphalomesenterica gelangen. Gefässe, welche die Wurzel der Leber am Darme paarig umlaufen, können, obwohl sie eine Zeit ventral erscheinen, nachher an der Wurzel des ventral von ihnen sich über sie hinaus entwickelnden Organs haften und auch in einseitiger Verkümmerung auf die andere Seite eines solchen Organs gedrängt werden.

Die Leber, wie sie einerseits Venen ins Herz schickt, empfängt andererseits ausser ihrer von der Arteria coeliaca oder in entsprechender Weise zukommenden Arterie venöses Blut aus Zweigen, welche sie in ihrem Wachsthum sich von der Pfortader ausspinnt und welche gleich den Arterien mit den Lebervenen durch Kapillaren in Verbindung stehen. Das Blut des coeliaco-mesenterischen Arteriengebietes macht also, soweit es direkt an die Leber geht, in dieser das einfache Kapillarnetz, soweit an Magen, Milz, Darm, Pankreas, erst ein solches an diesen Organen, dann ein zweites in der Leber durch. Man betrachtet dieses zweite Netz als das accessorische, weil es im Blutlaufe nachfolgt und weil die Wände der Pfortader denen der Venen gleich sind. Klappen besitzt dieses Gefäss übrigens nicht und wir werden gleich eine mögliche weitere Einbettung von Kapillaren in das coeliakale Arteriengebiet kennen lernen, welche, jenen beiden vorangehend, trotz der Veränderung der Gefässwände in ihrer Folge nicht gehindert hat, den Stamm der Arterien über sie hinaus fortzuführen. Man könnte hiernach die Sache auch so auffassen, als sei schon anfänglich das ganze coeliaco-mesenterische Arteriengebiet dem Leberkreislauf verfallen, nicht blos die Arteria hepatica, und habe ein mit der Entwicklung des Magens, Darms und der anderen Theile stärker ausgezogener Antheil an der einen oder der anderen Stelle noch einmal eine Wundernetzbildung erlitten und konstituire so das Kapillarsystem am Verdauungsrohr.

Zunächst ist hier zu bemerken, dass, wie wenn etwa ein Aortenbogen sich in der Hauptsache in ein Kiemengefässnetz auflöst, jedoch ein Theil des Stammes ungebrochen durchgeht, so auch ein Stamm im Bereiche der Pfortader ohne kapillare Vertheilung in der Leber direkt zum Herzen gehen kann. Dieses geschieht bei den Allantoidiern. Ein Theil des Blutes der

Umbilikalvene, welche sich dem omphalomesenterischen Gebiete anschliesst. tritt im Foetus in dieselbe Beziehung zur Leber, wie später der mesenterische Antheil der Pfortader, mit welchem jene Vene sich durch einen Ast verbindet und welcher, wenn die Umbilikalvene nichts mehr aus der Peripherie beibringt, ganz an ihre Stelle tritt. Ein anderer Theil aber geht direkt zur unteren Hohlvene. Diese Bahn, der Ductus venosus Arantii, bildet beim erwachsenen Menschen zwar nur selten noch eine Nebenbahn für die Pfortader zur Hohlvene mit Vermeidung des Leberkreislaufs, aber es bleibt von ihr doch ein Nachweis als ein bandartiger Strang, Ligamentum venosum hepatis, erhalten. Der Stamm der Nabelvene selbst aber wird das Ligamentum teres der Leber. Auch in diesem ist zuweilen noch der Kanal durchgängig und ein Aestchen aus ihm an die Bauchdecken entspricht der Vena abdominalis der Amphibien und Reptile. Dasselbe kann auch mit der Vena iliaca externa in Verbindung stehen.

Auf der andern Seite kommt bei Fischen eine Wiederholung der Auflösung in Kapillaren im Blutgefässsystem der Leibeshöhle mehrfach vor.

Eschricht fand auf der unteren konkaven Fläche der Leber des gemeinen Thunfisches acht kugelförmige spongiöse Körper mit der Basis aufsitzen, welche aus Wundernetzen bestanden, in welche, wie J. Müller geschickter und auch von Thynnus brachypterus Cuvier beschrieb, an der Basis Aeste der Arteria systematis chylopoëtici, nachdem sie Leberarterien abgegeben haben, eintreten, um sich nach Bildung der Netze wieder zu dünnwandigen Stämmen zu sammeln. So gehen alle, dem Magen, Darm. Pankreas und der Milz bestimmten Arterien durch diese Netze hindurch. Müller bestätigte dabei die von Eschricht angenommene direkte Verbindung dieser Netze mit der Pfortader nicht, obwohl er sie an anderer Stelle angenommen zu haben scheint. Die Kontinuität mit der Leber beruht also wesentlich auf der Zusammenfassung einzelner Leberarterien mit einzelnen chylopoëtischen Arterien bis zur Auflösung letzterer in die Netze.

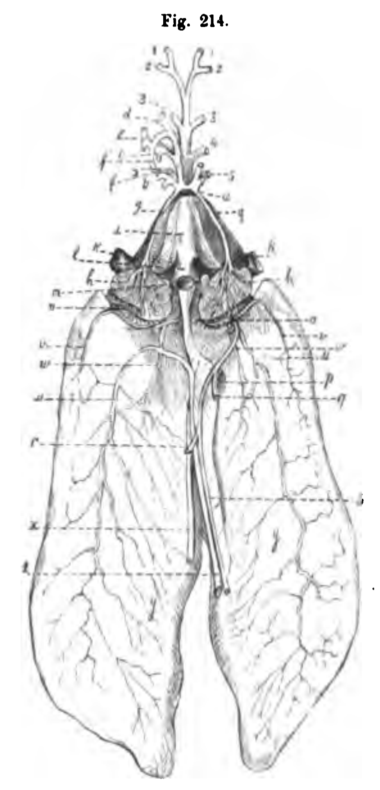
J. Müller erweiterte diese merkwürdige Beobachtung durch eine ähnliche an Lamna cornubica Fleming. Dieser Fisch hat zunächst eine Auflösung seiner beiden Arteriae intestinales im Wundernetze zwischen Leber und Herz zu den Seiten des Oesophagus und ventral von ihm, aus welchen dann wieder zwei dünnwandige Arterien hervorgehen. Diese Wundernetze kombiniren sich mit Hohlräumen, welche von den am Vorderrande der Leber sich von jeder Seite nach innen wendenden Lebervenen dependiren. zu kavernösen Körpern.

Ich bin in der Lage, dieses bei Lamna (Oxyrhina, Isuropsis) Spallanzanii Bonaparte zu bestätigen und für die Abkunft der Arterien ein Weniges zu ergänzen, obwohl auch hier der Umstand, dass nur die aus einem zum Ausstopfen und Sceletiren verwendeten Stücke herausgeschnittenen und beschädigten Eingeweide zur Verfügung standen, Einiges unsicher lässt.

Die Zeichnung ist deshalb auch nicht symmetrisch ergänzt worden, sondern giebt nur, was wirklich vorhanden war.

Die kavernösen Körper liegen vor den beiden Leberlappen, eingeengt zwischen ihnen, dem venösen Sinus und dem Herzen. Sie messen bei einem Fisch von reichlich vier Fuss Länge zusammen etwa ·12 cm. in Breite, 4 cm. in grösster Länge, 2 cm. in Höhe. Sie empfangen arterielles Blut von zwei Intestinalarterien, welche vor der nach vorne gerichteten Spitze des Herzvorhofs durch eine kurze Querbrücke verbunden sind. Von dieser Querbrücke geht senkrecht ein Ast zum Bulbus arteriosus, dringt in dessen Wand nach hinten und wird Arteria dorsalis oder posterior cordis. Nach Müller kämen die beiden Intestinalarterien aus dem Circulus arteriosus cephalicus, beide von links. Unser Präparat scheint zu gestatten, den symmetrischen Ursprung anzunehmen, obwohl die besondere Art des Zusammenhangs mit den epibranchialen Wurzeln nicht vollständig klar ist. Es scheint, als wenn die vorderen weiter abgerückten Aortenbogen gänzlich für die Karotiden und die Aorta recurrens, die hinteren aber für diese Intestinalarterien verwendet würden. Von dem so entstandenen und diese Arterien speisenden Stamme geht jederseits ein Bogen ventralwärts, umgreift die Aorta primaria und vereinigt sich unter dieser mit dem der anderen Seite. Die Verbindungsstelle ist der Aorta so fest angelöthet, dass es den Schein erregen könnte, als entspränge hier ein hinterstes Bogensystem. Dieses ist durchaus nicht der Fall. Von dieser Stelle entspringt die Arteria ventralis oder anterior cordis, um fast ohne

Fig. 214.



Herz, Gefässwurzeln, Wundernetze der Intestinalarterien und Leber von Lamna Spallanzanii Bonaparte aus Palermo, vom Rücken aus gesehen, 1/5 der natürlichen Grösse.

1—5. Kiemenarterien. a. Commissur der Intestinalarterien sammt Ursprung der Arteria dorsalis cordis. b. c. d. und e. Epibranchiale Wurzeln. f. Aus diesen gebildeter linker Längsstamm. f'. Absteigender Bogen, welcher mit dem der andern Seite die Arteria ventralis cordis liefert. g. g. Arteriae intestinales originariae. h. h. Corpora cavernosa Mülleri. i. Herzvorhof. k. k. Canales transversi. l. Verbindung des Sinus venosus mit dem Vorhof. m. Perikardiale Mündung des Perikardio-Peritonealtubus. n. Arteria intestinalis secundaria sinistra, abgeschnitten, Ursprung aus dem kavernösen Körper. o. Arteria intestinalis secundaria dextra. p. Hintere Mündung des Perikardio-Peritonealtubus. q. r. s. Aeste der Arteria intestinalis dextra. t. Pfortader. u. u. Deren Aeste in der Leber. v. v. Aeussere Wurzeln der Lebervenen. w. w. Innere Wurzeln derselben. x. Ductus choledochus. Eine Gallenblase vermisse ich.

Stamm sich nach beiden Seiten in der Herzwand zu gabeln. Müller fand ausserdem accessorische Gefässe von den Arteriae thoracicae in diese Wundernetze tretend.

Die Arteriae intestinales verlaufen bei Lamna Spallanzanii in den kavernösen Körpern mehr dorsal und aussen; die Theile vorn und innen erhalten rückläufige Aeste. Die Zweige gehen abwärts und rückwärts. Sie liegen hinten so dicht und fein bei einander, dass die Substanz ganz aus den Gefässen gebildet und überaus zart erscheint; sie lassen innen und ventral Hohlräume zwischen sich, aus welchen man ohne wesentliche Zerreissungen grosse Blutklumpen herausholt und deren Wände stellenweise ganz glatt sind. Diese Hohlräume kommuniziren mit Spalten, welche die Wände der kurzen am vorderen Leberende verlaufenden, die äussere und innere Lebervene jederseits zusammenfassenden Stämme durchsetzen, bevor diese Stämme verbunden von hinten in den venösen Sinus des Herzens eintreten. Die Hohlräume der kavernösen Körper kommuniziren andererseits selbst von den beiden Seiten her mit diesem Sinus. Die kavernösen Körper erhalten endlich von der äusseren Seite her ausserordentlich starke Nerven.

Am Hinterrande der kavernösen Körper setzt sich aus zahlreichen austretenden, durch winzige Zwischenräume getrennten Würzelchen in einem Verlaufe von der Mittellinie quer nach Aussen jederseits die Arteria intestinalis neu zusammen und nur ein kleiner Theil des zu den Körpern gekommenen arteriellen Blutes geht in Venen der ventralen Wand des kavernösen Körpers über. Die Intestinalarterien empfangen in ihrem queren Laufe hier ähnliche Wurzeln, welche sich aber nicht injizirten, vom Lebervorderrande. Sie wenden sich dann der Mittellinie wieder zu und theilen sich in die Versorgung der Eingeweide, wobei die rechte die Versorgung der Leber, die des Magens ventral von vorn nach hinten laufend, die linke die des Magens dorsal vom Duodenum her rückläufig sowie des Pancreas und der Milz übernimmt und beide zuletzt an den Spiralklappendarm gelangen. Die rechte legt sich der Pfortader dicht an. Man dürfte passend diese Art von arteriellen Wundernetzen in Verbindung mit Venenerweiterungen Corpora cavernosa Mülleri nennen.

J. Müller hat diese Gelegenheit benutzt, die Wundernetze zu klassifiziren in einfache simplicia, sei es blos arteriöse sei es blos venöse, und doppelte, gemina s. conjugata, in Gemeinschaft beider Systeme. Er hat auch unterschieden diffuse oder unipolare, monozentrische, welche aber nur eigenthümliche Radiationen, pinselförmig, federförmig, der Aeste von Arterien und Venen sind, und amphizentrische oder bipolare, welche allein Wundernetze genannt werden sollten, aus welchen sich der Stamm wiederherstellt. Die beiden Formen treten gern für einander ein.

Effekt aller dieser Einrichtungen ist, wie schon oben (p. 342) bemerkt, wohl vorzüglich die grössere Gleichmässigkeit des Blutumlaufs. J. Müller

hat auch die Frage berührt, ob die hohe Temperatur der Thunfische etwa damit in Verbindung stehe. Grade so kräftige Fische wie Thunfische und Haie würden ohne solche Einrichtungen bei den Körperbewegungen jeweilig einen gefährlichen Rückschlag in den Gefässen des viszeralen Systems haben. Dieser wird durch die kapillare Unterbrechung immer gebrochen. Für den Fall einer Stauung im venösen Sinus kommt aber dazu eine Remedur. Indem jene sich auf die Lebervenen fortsetzt, werden letztere die Höhlen der kavernösen Körper füllen und den Zufluss zu den Arteriae intestinales secundariae unterdrücken. Fliesst das Leberblut wieder bequem ab, so werden die Intestinalarterien wieder Blut zu den Eingeweiden bringen. Wie sich das in anderen Fällen ausgleiche, ob die Muskelenergie geringer sei, mag geprüft werden. Vielleicht schützen die Kavernen zwischen den Wundernetzen der Lamna auch das Herz vor wechselndem Blutandrang bei raschem Aufsteigen oder Absteigen im Meere und ungleichem Widerstand im Kiemenkreislauf. Bei Myxine bildet die Pfortader durch einfache Erweiterung einen Sack und somit auch ein Reservoir.

Das Gebiet der Vena cava posterior wäre hiermit erledigt.

Durch die mit ihrer Herstellung über den Fischen in der Vena cardinalis eingetretenen Veränderungen hat sich die Bedeutung der Ductus Cuvieri verschoben. Sie sind keine gemeinsamen Hohlvenen mehr. Sie treten vielmehr in einen Gegensatz als vordere Blutableiter zu der Vena cava posterior. Sie erhalten bei den Warmblütern auch den Namen der Venae cavae anteriores, zunächst symmetrisch. Bei den Reptilen und Amphibien hat man ihnen, weil sie hauptsächlich die Venae subclaviae und jugulares aufnehmen, im Anschlusse an die Benennung desjenigen Arterienstammes, welcher beim Menschen rechts die Wurzeln der Arteria subclavia und der Carotis vereinigt, des Truncus anonymus, den Namen der Venae anonymae gegeben. Der Gegensatz gegen die Cava posterior ist nicht so stark, dass nicht, wie oben auseinandergesetzt, die Cavae anteriores, sei es durch Vertebrales posteriores, sei es durch das System der Azygos, ganz erhebliche Antheile von dem rückwärts gelegenen animalen Leibe empfangen.

Bei den Säugethieren übernimmt häufig die rechte Cava die linke oder deren Aeste mit, so dass sie allein in das Herz geht. Es giebt dann nur eine vordere oder obere, wie nur eine hintere oder untere Hohlvene. Von dieser Uebernahme auf die rechte Vena cava ist aber immer die linke Herzvene ausgeschlossen, so dass diese, wenn nicht in eine linke Cava, für sich ins Herz mündet, den letzten Rest der linken Cava darstellend und ihrerseits in ihr günstiger weiterer Asymmetrie die Herzvenen an sich nehmend.

Der Anfang zu dieser Vereinfachung des Systems der vorderen Hohlvenen wird bei den Vögeln häufig dadurch gemacht, dass die linke Jugular-

vene ihr Blut durch eine quere Verbindung der rechten zuschickt und letztere weiter ist, während doch die linke Subclavia die Hohlvene dieser Seite aufrecht erhält.

Eine weitere Gruppe von Besonderheiten für das Gefässsystem der Wirbelthiere hängt davon ab, welche Art von Athmungsorganen ausgebildet werden.

Man hat zwei Hauptklassen von Athmungsorganen, die Kiemen und die Lungen.

Kiemen können dem Prinzipe nach als Hautausstülpungen an jeder beliebigen Stelle gedacht werden. Für Wirbelthiere werden sie, wenn man die Wasserathmung im Darme bei Cobitis und Aehnliches hier ausser Acht lassen will, an Kiemenspalten angelegt. Sie sind dann entweder wirklich innere Kiemen, welche in das Gebiet der Ausstülpung des Darmblattes, der Schlundfalten (vergl. p. 439) fallen, oder sie sind aus der Oberhaut vorwuchernde Aussenkiemen. Letztere können schon vor dem Durchbruch der Spalten auftreten, während wir uns auch etwas den inneren Kiemen Homologes vorstellen können, ohne dass überhaupt Spalten durchbrächen. Die Lungen können in diesem Sinne aufgefasst werden. Die Spaltenbildung begünstigt die Funktion der Kiemen, indem sie das Ueberströmen von Wasser mit der geringsten Arbeit ermöglicht.

Eigentliche innere Kiemen haben nach der Auffassung von G ö t t e nur die Larven ungeschwänzter Amphibien, der Amphioxus und vielleicht die Cyclostomen unter den kranioten Fischen. Wo sich sonst anscheinend innere Kiemen finden, sind sie sekundär verinnerlichte, primär äussere.

Die äusseren Kiemen können sich auf die Stelle an der dorsalen Gränze der Spalten beschränken, oder von da abwärts an den Rändern der Spalten sich ausbilden. Jenes thuen sie bei den Salamandrinen, bei welchen sie, ohne weiter ersetzt zu werden, eingehen, bei den Perennibranchiaten, bei welchen sie bestehen bleiben, und bei den Fischen, bei welchen sie physiologisch durch innere ersetzt werden.

Bei den Fischen mit paariger Nasenöffnung, Amphirrhina, ziehen sie sich an den Rändern der Spalten herunter, erscheinen, wenn überhaupt, nur vorübergehend über den Spalten, bei Embryonen der Rochen und Haie, bleibend in der einzigen Ausnahme des Protopterus.

Der an den Spalten gelegene Antheil äusserer Kiemen wird bei den Teleostiern, den Ganolepidoten und den Chimären durch einen am Vorderrande der vordersten Spalte auswachsenden Kiemendeckelapparat sekundär verborgen. Dem entspricht die rudimentäre Deckelentwicklung an jedem, aber besonders an dem ersten Kiemenspaltenvorderrande der Elasmobranchier.

Damit verbindet sich statt der Anordnung der Kiemen in Fäden, Hirschgeweihform, Pinseln, wie sie bei definitiv äusseren Kiemen vorkommt, die nach Fältchen oder Blättchen, so dass nur bei den Lophobranchiern

die plumpe Form, geringe Zahl und Knopfgestalt noch an jene Anordnung erinnern. Hierdurch werden die sekundär verinnerlichten Kiemen den primär inneren ähnlicher als den primär und definitiv äusseren. In seltenen Fällen finden sich unter dem Schutze von Kiemendeckeln aberrant erscheinende und vereinzelte baumförmige Kiemen.

Für die Hauptzüge des Gefässsystems bringt es keine Differenz mit sich, ob die Kiemen äussere oder innere sind. Beide Arten Kiemen schieben vermittelst des in ihnen sich entwickelnden Kapillarsystems eine Umwandlung des Blutes innerhalb arterieller Bahn aus dem venösen in den arteriellen Charakter ein. Die Beschaffenheit der Gefässwände wird nach Durchsetzung des Kapillarnetzes wieder ähnlich hergestellt, wie sie vorher war. Es können in beiderlei Kiemeneinrichtungen direkt durchgängige Bahnen existiren, welche das Kiemenkapillarnetz nur als etwas Accessorisches erscheinen lassen.

Auch wo Kiemenspalten nur sehr vergänglich auftreten und nie mit Kiemen ausgerüstet werden, tritt ein Theil von dem ein, was sonst in den Kiemenbogen geschieht, die Gliederung des Gefässsystems nach Aortenbogen. Diese sind wieder nur eine Modifikation dessen, was an Querverbindung zwischen dorsalen und ventralen oder zwischen mehr medianen und mehr lateralen Longitudinalstämmen zu Stande kommt. So ist es von besonderem Interesse, dass sich in verschiedenem Grade in solchen Bogen die Vollständigkeit ventro-dorsaler Verbindung, Herstellung von Wundernetzen an solcher mit Einrichtung von Schleimhautfalten oder äusseren Kiemenfäden verbindet. Darauf beruhen die Titel von Nebenkiemen und falschen Kiemen neben wahren Kiemen.

Kiemen, welche bei Teleostiern, Ganoiden, Chimären an der inneren oder hinteren Fläche des dem modifizirten Kiemenbogen des Zungenbeins zugetheilten Kiemendeckels liegen, denen am Vorderrande oder an der Decke der ersten Spalte der Plagiostomen meist, aber nicht von J. Müller, entsprechend erachtet, also ebenfalls primär als äussere zu betrachten, heissen Nebenkiemen, accessorische Kiemen, Branchiae accessoriae. Ihnen schliessen sich weiter vorn ähnliche Bildungen apokrypher Aortenbogen an, namentlich an den Spritzlöchern der Rochen und Haie, an welchen sie embryonal als äussere Fäden auftreten können, welche Spritzlöcher auch den Stören zukommen. Manche Haie haben statt solcher kiemenartiger gefässreicher Schleimhautfalten an Spritzlöchern sie nur an Stelle der Spritzlöcher oder an blinden Spritzlöchern, Knochenfische aber, wenn überhaupt, sie stets ohne Spritzlöcher und endlich nur als Gefässkörper ohne Schleimhautfalten am Dache und an den Seiten des Schlundes. So wird einerseits durch die Ungleichheit der Unterschiede die Kiemenreihe sowohl mit den accessorischen Kiemen als mit diesen falschen Kiemen, Pseudobranchien in Kontinuität gesetzt, andererseits gezeigt, dass die Beschränkung der Kiemen, wie von

hinten her aus dem Amphioxus, den Neunaugen, den Notidanushaien zu den echten Haien, Rochen, Ganoidfischen und Teleostiern geschehend, so von den echten Haien, Rochen, Ganoidfischen zu den Teleostiern sich noch weiter ausführt. Falsche Kiemen erhalten keine selbstständigen Aortenbogen, sondern meist Aeste der Arteria hyoidea oder dorsal von Kiemenvenen und haben keine Bedeutung für Aortenbildung, lehnen auch ihre Funktionen der für Athmung wohl nur noch an; sie erhalten bereits arterielles Blut. Auch die stets den Pseudobranchien der Knochenfische ähnlich erachtete Choroidealdrüse ist ein Wundernetz an der Arteria ophthalmica magna und erleichtert das Verständniss der Augenhöhle als einer Viszeralspalte.

Fig. 215.

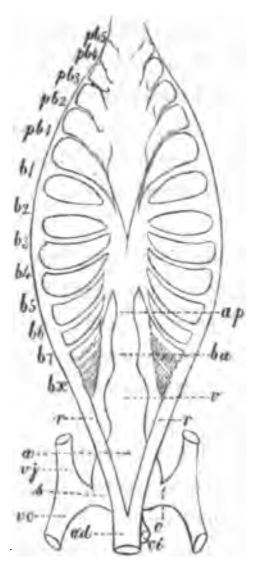


Diagramm der Aortenbogen der Wirbelthiere.

Pb. Praebranchiale Bogen: pb[1]. Am Zungenbein, die Operkularkieme versorgend, spätere Art. lingualis. pb[2]. Am Unterkiefer, spätere Arteria temporomaxillaris. pb[3]. Am Spritzloch? pb[4]. In der Choroidealdrüse? zur Art. ophthalmica gehörig. pb[5]. An den Riechgruben?

b. Branchiale Bogen: b[1]. Kiemengefässbogen, Aortenbogen und Carotiswurzel. b[2]. Kiemengefässbogen, Hauptaortenbogen. b[3]. Kiemengefässbogen, Aortenbogen, Pulmonalarterie. b[4]. Kiemengefässbogen. b[5] und b[6]. Kiemengefässbogen von Notidanushaien u. a. b[7]. Bogen hinter der letzten Kiemenspalte solcher Siebenkiemer. b x. Weitere Bogen bei Bdellostoma polytrema Girard und Amphioxus.

ap. Aorta primaria. ba. Bulbus arteriosus. v. Herzkammer. a. Herzvorhof. s. Venöser Sinus, Sammelraum des Herzens. vj. Jugularvene. vc. Kardinalvene. ci. Untere Hohlvene oder Lebervenenstamm. r. Aortenwurzeln. ad. Aorta descendens.

Es möchte sich, da erster eigentlicher Kiemenbogen und Zungenbeingürtel nebst Kiemendeckelapparat die besten Haltpunkte für Zählung von Viszeralbogen und Aortenbogen sowie für Antithese aller echten Kiemen gegen Nebenkiemen und falsche Kiemen geben, vielleicht empfehlen, von dieser Gränze ab von vorn nach hinten, mit dem ersten Kiemenbogen anfangend und von hinten nach vorn mit dem Zungenbein anfangend, zu numeriren, in ähnlicher Weise, wie es für praemolare und molare Zähne von Hensel antithetisch mit gutem Erfolge eingeführt ist. Man würde dann die vorderen Spalten und Bogen praebranchiale nennen.

Das nebenstehende Diagramm trägt den verschiedenen, in dieser und weiterer Beziehung vorkommenden Modalitäten der Wirbelthiere möglichst Rechnung. Diejenigen Fische, welche eine echte Nebenkieme am Deckelapparat haben, sowie die Selachier behalten den Bogen pb[1] durchgängig. Hinter diesem Bogen folgen bei dem nur in einem Exemplar bekannten, schlecht konservirten, chilenischen Bdellostoma polytrema Girard angeblich vierzehn, sonst bei den Cranioten höchstens sieben Kiemenspalten jederseits: bei Heptanchus unter den Haien, den Pe-

tromyzontiden und Heptatrema unter den Cyklostomen; nur sechs bei Hexanchus unter den Haien, Myxine und Hexatrema unter den Cyklostomen, diese Differenz zwischen sechs und sieben so wenig mit sonstigen Verschiedenheiten begleitet, dass die Zusammenfassung solcher Haie in der Gattung Notidanus und die von Hexatrema und Heptatrema in der Art Bdellostoma cirrhatum Forster zulässig erachtet worden ist. Zwischen den Spalten persistiren Aortenbogen. Das Alles kann als eine Zahlenbeschränkung gegen den Amphioxus betrachtet werden, welcher jederseits bis über fünfzig Spalten hat und jeden Bogen an seinem Anfange mit einer pulsirenden Anschwellung. Der die letzte Spalte hinten begränzende Bogen wird gewöhnlich unvollkommen. Indem er bei Lepidosiren persistirt, hat man sechs Bogen auf fünf Spalten. Unvollkommenheit, beziehungsweise andere Verwendung schreiten nach vorn vor mit dem Verschlusse hinterer Spalten.

Während die die Kiemen bedienenden Bogen stets einen Abfluss zum Wurzelsystem der Aorta haben, giebt es für die kiemenlosen zwei Möglichkeiten. Entweder behalten sie einen solchen und werden dann ausschliesslich Aortenbogen oder sie verlieren eine solche Verbindung und ihr Blut findet den Rückweg zum Herzen nur durch Venen.

Bei den oben nicht genannten Fischen giebt es höchstens fünf Paar Spalten. Bei den teleostischen Fischen sind es nur vier Bogen, welche Kiemen versorgen, und der Spalt zwischen dem vierten und fünften schliesst sich sogar häufig, so dass der vierte Bogen nur halbe Arbeit thun kann. Bei Malthaea wird der vierte ausgeschaltet und der dritte versorgt nur eine halbe Kieme; bei Monopterus erreicht der vierte Bogen kiemenlos, unaufgelöst die Aorta; bei Amphipnous sind nur am zweiten Bogen Kiemenblättchen. Wenn Baer bei Karpfenembryonen sieben Kiemenbogen sah, so war zwar einer davon praebranchial, aber es blieben doch noch hinter der fünften Spalte zwei Bogen, ohne dass die sechste Spalte zwischen ihnen entstand. So schliessen auch die Knochenfische sich den niederen durch die Entwicklungsgeschichte an. Diesen siebenten Bogen sahen Vogt und Götte bei Salmoniden nicht. Die Beschränkung über den Fischen hält sich überall an den kritischen Punkt. Wenn bei Amphibien noch vier Bogen erübrigen, so sind es die Nummern b^1 bis b^4, wenn bei anderen Amphibien und bei Reptilien noch drei, so sind es b^1 bis b^3. Auf diese Gruppe von dreien sammelt sich endlich Alles. In ihr aber gestaltet sich die Ordnung wahrscheinlich überall so, dass b^1 und b^2 sich in die animale Sphäre theilen, indem b^1 die Gefässe zum Kopfe, ein Carotidensystem, b^2 die für den Hinterkörper giebt und so als hauptsächlicher oder einziger Aortenbogen wegen des Uebergewichtes seines Gefässbezirkes erscheint, b^2 auch einen grösseren Theil des vegetativen Apparates übernimmt in mehr oder weniger deutlicher Abspaltung, b^3 aber von letzterem den der Lunge zukommenden Antheil.

Das Diagramm lässt auch erkennen, wie leicht es, entsprechend den sonstigen Verhältnissen, geschehen könne, dass die Gefässe sowohl beider Seiten als einer Seite, sei es ventral, sei es dorsal, verschieden zusammengefasst werden, auch so, dass eine asymmetrische Anordnung an Stelle der symmetrischen treten kann.

Den Lungen an sich ist die Schwimmblase homolog; sie tritt ihnen physiologisch näher, wenn sie einen Schwimmblasengang hat. Die physiologische Lunge wird aber erst vollständig hergestellt, wenn die Schwimmblase ihren besonderen Kreislauf erlangt, wenn sie ihre Zirkulation tief abgesondert von der der übrigen Eingeweide. Sie erlangt ihre höchste Bedeutung, wenn die Absonderung der Gefässe am Anfang und am Ende bis ins Herz reicht und auch innerhalb der Höhlen des Herzens eine Scheidung besteht.

Auch Lungen und Kiemen sind insofern homolog, als beide aus Ausstülpungen am Darme entstehen, nur treten die für die Lungen nicht in die oben geschilderte Kombination mit Hauttaschen, sie brechen nicht nach aussen durch. Sie entwickeln sich vielmehr im Innern der Rumpfhöhle, umhüllt vom viszeralen Blatt der Seitenplatte und geschützt von der animalen Schicht, zu Blindsäcken von bedeutender Grösse und verschiedener weiterer Ausbildung.

Im Kiemenkreislauf entstehen entweder in freiliegenden Kiemenfäden netzförmige Blutbahnen mit unbestimmter Begränzung oder einfache und spärliche Schlingen der Aortenbogen oder auf nachträglich überdeckten oder in die Spalten hineingezogenen, in der Regel blattförmigen, gestützten, zahlreichen Schleimhautfalten vollständige und derartig gestaltete Kapillarsysteme, dass von unten nach oben der eintretende Theil des Aortenbogens, die Kiemenarterie, das Vas afferens, in Abgabe einer Reihe zuführender Aestchen allmählich erlischt, während jenen begleitend aus Aestchen der Blättchen, aber aus ausführenden, von unten nach oben der austretende Theil des Aortenbogens, die Kiemenvene, das Vas branchiale efferens, allmählich sich zusammensetzt. Man kann sich, wie das zu Stande komme, am leichtesten vorstellen, wenn man sich denkt, es sei zunächst der ganze Bogen in ein Bündel aus einer grossen Zahl parallel aufsteigender Stämmchen aufgelöst, so dass diese nur oben und unten verbunden bleiben, dann sei von diesen Stämmchen je eins der Ordnung nach schleifenförmig für ein Kiemenblättchen hinausgelegt und für sich wieder in ein Kapillarnetz aufgelöst, wobei der dem Kiemenskeletbogen zunächst liegende Stamm Kiemenarterie, der äusserste Kiemenvene wird und jeder von diesen die jeweiligen unteren und oberen nicht auf die Kiemenblättchen hinausgelegten Antheile der übrigen Stämmchen sich zu eigen macht, an den Kiemenblättchen aber in gleicher Weise einerseits aus der Schlinge eine zuführende Arterie, andrerseits eine abführende Vene sich gestaltet. Bei zweitheiligen Kiemenanlagen werden ferner auch, wie die Blättchen, so die Aeste je doppelt angelegt; das ideale Gefässbündel hat dann einen vor-

deren und einen hinteren, oder einen äusseren und einen inneren Haufen. Alles das sind nur eigenthümliche Modifikationen der Auflösung von Stämmen zu Kapillaren, welche an sich wir schon an mehreren Stellen gefunden haben; Modifikationen, deren Bedeutung in der Vermehrung der Oberflächen und Verlangsamung des Umlaufs liegt, so dass jedes Blutkörperchen in den engen, nur von zarten Hautlagen überkleideten Kapillaren, deren Wänden es ganz nahe kommt, Zeit findet, die von ihm transportirten Gase in Austausch mit den im umgebenden Wasser aufgelösten zu bringen. Die mit solchen Einrichtungen versehenen Gefässantheile werden für den einfachen Transport des Blutes schwieriger. Je vollständiger die Blutbahnen vom Herzen zur Aorta oder auch ohne Mitwirkung letzterer zu vorderen Körpertheilen die Wurzelgebiete des arteriellen Systems, durch Kiemengefässbildung unterbrochen werden, um so mehr sinkt der Blutlauf in Energie. Die Kraft des Herzens verbraucht sich in den Kiemen; die Funktionen der Organe werden träger. Giebt es keine Nebenwege, so wird der Kreislauf gänzlich abhängig von dem Durchgang durch die Kiemenkapillaren und bei der grossen Relevanz der Athembewegungen für diesen von dem Athemgeschäfte. Er hebt sich mit dessen Bethätigung, er sinkt mit ihm in lethargischer Winterruhe auf ein Minimum. Die aus den Kiemen ausführenden Gefässe, welche sich zu den Aortenwurzeln verbinden, hat man mehrfach statt Kiemenvenen Arteriae epibranchiales zu nennen vorgezogen.

Die aus diesen Wurzeln hergestellte dorsale Aorta geht bei den Fischen meist in einer Furche der Wirbelkörper und von diesen Wandverstärkung entlehnend, hinten oft unter dem Schutze unterer Wirbelbogen, rückwärts, liefert in der Regel die Arteriae claviculares, die costales, die abdominalis oder coeliaca, Aeste an die Schwimmblase, welche zuweilen von den Kiemenarterien versorgt wird, während die Karotiden oder Arteriae cephalicae vom ersten Paare der Arteriae epibranchiales entspringen, meist aber vorne auch noch zu einem Circulus arteriosus querüber zusammentreten.

An dem, auf den Kopfdarm folgenden Vordarm bildet sich bei den Batrachiern vor dem zur Lebertasche absteigenden Theile, dem späteren Magen und Dünndarmanhang, dicht hinter der letzten in den Kopf vorgerückten Schlundfalte eine weitere Falte, die Lungenwurzel, und charakterisirt den betreffenden Darmabschnitt als Lungendarm. Dieser wird durch die seitliche Abplattung des Körpers hoch und schmal. Der ventrale Abschnitt wird entsprechend dem Zusammenlaufen von Wülsten und später Leisten an der Gränze der Kiemenspalten gegen den Boden der Schlundhöhle spaltförmig, später durch das Zusammenstossen dieser Leisten vorn umgränzt, so dass er nur noch nach oben mit der weiten oberen Hälfte kommunizirt. Während letztere zur Speiseröhre wird, ist jener Spalt die Stimmritze und unter ihm buchtet sich der ventrale Abschnitt des Lungendarms zur Lungenwurzel aus. In deren Umgebung entfaltet zunächst das Viszeralblatt eine

lebhafte Thätigkeit, unter Mitwirkung von Dotterzellen oder unter Eingreifen in solche. In den so gebildeten, mit der Darmwand zusammenhängenden Wulst des voraneilenden Viszeralblattes wachsen nachfolgend zwei fingerartige Ausstülpungen des Darmblattes und Darmhohlraums. Die zunächst noch sehr dickwandige Lunge schnürt sich allmählich vom Darm und seinem Mesenterium ab. Durch die Einkeilung des vorderen Rumpfendes unter den Hinterkopf zwischen Zungenbeingürtel und Unterkieferästen gelangt die Stimmritze und die unter ihr sich ausweitende Kehlkopfhöhle zwischen die hintersten Kiemensäcke. Indem diese vor dem Kehlkopf zusammenhängen, bilden sie einen Kehlkopfvorraum, Kehlsäcke vieler Batrachier, nach Götte identisch mit dem vorderen Kehlkopfraum der höheren Wirbelthiere und mit der auch bei Laubfröschen als Falte über die Stimmritze sich erhebenden, sie vorn begränzenden Wand, gestützt auf den dritten Kiemenbogen, wohl den Kehldeckel der höheren.

Es ist, wenigstens an dieser Stelle nicht sehr wesentlich, ob bei den höheren lungenbesitzenden Wirbelthieren zuerst eine solide oder gleich anfänglich eine hohle Anlage der Lungen und ob eine solche sofort zweitheilig oder erst einfach gefunden werde. Anfängliche starke Dickwandigkeit ist wenigstens ziemlich allgemein, einfache Anlage aber ist von Coste und Kölliker gesehen worden. So sind auch für die Schwimmblase die Angaben über die Details ihrer Entwicklung aus der Schlundwand nicht ganz übereinstimmend. Vogt sah sie bei Coregonus, welcher als Salmonid doch später eine Verbindung der Schwimmblase mit dem Speiserohr hat, nach dem Ausschlüpfen in Auslängung eines erst soliden, halbkreisförmigen und von den Darmwandzellen gar nicht zu unterscheidenden Zellhaufens mit nachträglicher Bildung des Hohlraums entstehen, hart an der Magenerweiterung des Darmrohrs. Nach Bär's Untersuchungen dagegen sollte man eher nicht allein den Fischen mit Schwimmblasengang eine Entstehung der Schwimmblase mit offener allmählich verengter Verbindung mit dem Darm zugestehen, sondern auch den apneumatischen eine solche, nur mit späterem Verlust der Verbindung. Die unvollkommenste Andeutung der Schwimmblase ist allerdings das von Miclucho Macleay gefundene Grübchen im Schlunde von Haien. Die Verbindung ist fast überall dorsal und kann von der Gegend der hinteren Kiemenspalten an bis in den Magen zurückrücken; sehr selten ist sie lateral, nur bei Polypterus in beidseitiger Umgreifung des Oesophagus ventral.

Das so entwickelte Organ kann seine zuführenden Gefässe, seinem Ursprung gemäss, aus den hinteren Aortenbogen empfangen. Es kann das auch bei dem unvollkommneren Stande der Schwimmblase geschehen, nämlich von den oberen Abschnitten, welche Blut führen, welches schon geathmet hat. Meist allerdings erhalten Schwimmblasen das Blut von der Aorta, deren Verlauf sie begleiten, oder von deren Haupteingeweideast, der

Arteria coeliaca. Die Venen der Schwimmblasen führen entweder zur Pfortader oder zu den Venae vertebrales, bei Polypterus zu den Lebervenen.

So entsteht auch für dipnoische oder protopterische Fische die Lungenarterie bei Rhinocryptis oder Protopterus nach Peters aus der linken Aortenwurzel, während sie sich nach der Abbildung von Owen*) aus Kontingenten beider Aortenwurzeln zusammensetzt. Die Lungenvenen aber gelangen bei diesen Fischen mit einem einfachen, selbständigen Stamm in das Herz. Dieser Stamm hat sich freigemacht, selbst von den Lebervenen, welche nach der Entwicklungsgeschichte noch leichter als die Pfortader oder gar die Wirbelvenen in Verbindung mit ihm zu bleiben haben würden. Indem bei diesen Fischen am zweiten und dritten Kiemenbogen mehr oder weniger vollständig die Kiemenbildung ausbleibt, können sie für die Zeit ihres Stilllebens in den mit geringer Oeffnung nach aussen kommunizirenden Schlammkokons bei Austrocknung der Gewässer das Blut durch diejenigen Aortenbogen, welche sich nicht in Kiemenkapillare auflösen, zu den Aortenwurzeln und so theilweise zu den Lungen senden, so dass das zum Herzen zurückkommende Blut dann theils geathmet hat, theils nicht. In diesem Stande giebt es also reines arterielles Blut nicht in der Aorta und ihren Aesten, sondern nur in der Lungenvene. Kommt nach tropischen Regengüssen der Fisch wieder in Wasser, so athmet er mit Kiemen. Diese lassen das Blut durch die anderen Aortenbogen zur Aorta treten, die Aorta führt nun arterielles Blut und hebt den Fisch aus der lethargischen und sparsamen Lebensepoche zu energischer Thätigkeit.

Der als ein Ueberrest sonst untergegangener, in die Kohlenperiode zurückreichender, besonders im Muschelkalk vertretener Fischformen 1870 von Krefft in East-Queensland in Australien entdeckte Ceratodus Forsteri empfängt zwar seine Lungenarterie von der A. coeliaca, aber auch er sendet die Lungenvene abgesondert in's Herz. Neoceratodus Blanchardi im Fitzroyriver Australiens ist nach Castelnau's neueren Angaben nur Jugendform zu jenem.

Auf die weiteren, mit der Anordnung der Kiemen sich verbindenden Differenzen, wie auf die Besonderheiten der Schwimmblase ist bei den Athmungsorganen zurückzukommen.

Bei den Amphibien wird ebenfalls die arterielle Versorgung der Lunge nicht bis in das Herz hinein abgesondert; aus letzterem tritt stets ein in sich einfacher Bulbus aortae hervor. Die Zahl der aus diesem entspringen-

*) Der Text bei Owen (On the Anatomy of Vertebrates III. p. 498) beweist, dass es sich bei der Abbildung 312, p. 475 nicht um die Gattung Lepidosiren im engeren Sinne, sondern um den Protopterus annectens Gray, Lepidosiren annectens Owen handelt, welcher zur Gattung Rhinocryptis Peters gehört. Auch hat diese Abbildung die sechs Kiemenbogen, während Lepidosiren im engeren Sinne deren nur fünf hat. Bei Ceratodus ist der fünfte rudimentär.

den eigentlichen Aortenbogenpaare überschreitet nicht vier. Auch die Spalten bilden sich jederseits in der Vierzahl und bleiben in dieser erhalten bei Siredon, soweit dieser nicht in die Amblystomaform übergeht und bei Menobranchus. Sonst scheinen nur die drei hinteren Spalten zu entstehen. Diese bleiben bei Siren erhalten; zwei von ihnen bei Proteus, eine Zeit lang auch bei Menopoma, schliesslich bei dieser Gattung und bei Amphiuma nur eine; so findet sich auch noch anfänglich eine bei einigen Coecilien. Bei ihnen, bei den jenen niederen verwandten und mit in die Gruppe der Derotremata aufgenommenen Riesensalamandern Japans und China's Sieboldia (Tritomegas, Cryptobranchus, Megalobatrachus) maxima und Davidiana, wie bei den Tritonen, Salamandern, Kröten, Laubfröschen und Fröschen bleibt schliesslich gar keine Spalte; Sieboldia hat eine solche jedoch noch, wenn sie schon eine ziemliche Grösse hat.

Die Zahl der überhaupt entstehenden Büschel äusserer Kiemenreihen scheint drei Paare nicht zu überschreiten, der vierte Bogen erhält keins. Wenn aber für Rana nur zwei angegeben wurden und Vogt bei Alytes nur eins sah, so beruht das wohl nur darauf, dass, wenn die Spalten von vornher durch den Kiemendeckel überwachsen werden, die äusseren Kiemen, gleich der Anlage der Vorderbeine, durch ihn versteckt, zu scheinbar inneren gemacht werden und dabei verwelkend vom Rücken zum Bauche hin durch neue, homologe aber mehr median gelegene ersetzt werden, welche überhaupt nie frei erscheinen aber doch wieder verschieden sind von den Innenkiemen am Darmblatte der Anuren.

Mit Erhaltung der Spalten verbindet sich nicht immer, sondern nur bei den Perennibranchiaten Siren, Proteus, Menobranchus und Siredon die von äusseren Kiemen auch nur in drei Paaren; die Erhaltung der wirklich inneren Kiemen kommt nicht in Betracht.

Wir haben hiernach für das Gefässsystem der Batrachier mit vier Aortenbogenpaaren zu rechnen, nachfolgend den rudimentären Bogen des Unterkiefers und des Zungenbeins, welche nur an Carotis und Arteria lingualis mitwirken, und eventuell versehen mit drei Paar Kiemen. Die Lungenarterien zweigen sich im Allgemeinen vom hintersten Bogen ab und gehören definitiv demjenigen an, welcher definitiv der hinterste wird.

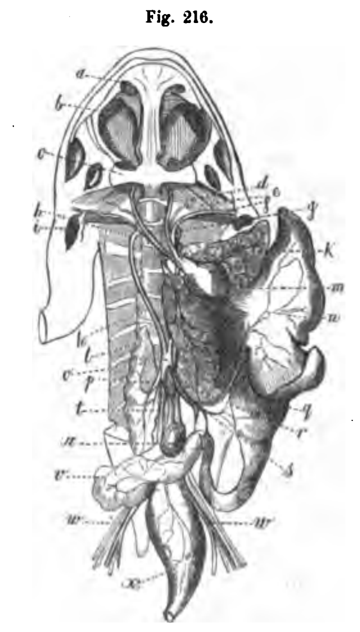
Bei Proteus haben sich jedoch in so fern die Verhältnisse dipnoischer Fische erhalten, als die Lungenarterien jederseits Ursprung nehmen von einer Arteria visceralis, welche selbst von der Aortenwurzel, also dorsal vom Schlunde, entspringt und zugleich den Schlund und die Geschlechtsdrüsen versorgt. Die Aortenwurzel aber entsteht aus dem zweiten und dritten Aortenbogen, von welchen der erstere theils direkt, theils durch Kapillaren als zweite Kiemenvene, der dritte aber nur auf letztere Weise, als dritte Kiemenvene, dem zweiten Aortenbogen angeschlossen, nach oben gelangt ist, während der erste Aortenbogen in Verbindung mit der seine Kiemen-

abzweigung wieder sammelnden und ihm wieder zutretenden ersten Kiemenvene und vordere Theile versorgt. Dieses Verhalten des Proteus steht in Verbindung mit der Verkümmerung des vierten Aortenbogens. Bei Siredon, Amphiuma, Menopoma erhält sich dieser, wenngleich er bei Menopoma sehr zart ist. Indem er unten aus dem gemeinsamen Aortenstamm entspringt und oben mit dem dritten kurz vor dessen Verbindung mit dem zweiten zur Aortenwurzel anastomosirt, bilden vierter und dritter Bogen die Wurzeln der von ihrer Verbindungsstelle abgehenden Pulmonalarterie, der vierte zwar eine schwächere, aber dem Herzen nähere und um so wirksamere als sich auch nicht einmal Rudimente von Kiemen ihm anschliessen, dieser vierte giebt übrigens auch Aeste an den Oesophagus ab, von welchem die Lunge Ursprung nahm.

Auch bei den Salamandern bleibt der vierte Bogen erhalten, entspringt aber aus dem Bulbus arteriosus in enger Verschmelzung mit dem dritten Bogen und setzt sich sehr rasch wieder mit ihm, somit auch mit der Aortenwurzel in Verbindung. Von ihm entspringt als hinterer Ast eine viszerale Arterie und giebt Gefässe an den Herzbeutel und den Oesophagus, bevor sie zur Lungenarterie wird. Dieser hintere Ast steht nach Brücke auch noch durch Anastomosen mit dem dritten Bogen in Verbindung.

Während bei den gedachten Formen die Verwendung oder Mitverwendung des vierten Bogens aus dem Larvenstande in die definitive Organisation mit hinüber genommen wird, geschieht das bei den Tritonen und den ungeschwänzten Batrachiern nicht. Indem bei den letzteren schon im Larvenstande der dritte Bogen nicht mehr unmittelbar sondern nur durch Vermittlung des zweiten mit der Aortenwurzel kommunizirt, dient er der von ihm ersichtlich schon vor Ausbildung des vierten entspringenden Lungenarterie frühzeitig als Blut zuführender Weg. In der Folge tritt, abgesehen

Fig. 216.



Arterielles Gefässsystem des Wetterfrosches, Rana temporaria Linné, vom Bauche gesehen nach Wegnahme der Bauchdecken und des grösseren Theils der Gliedmaassen.

a. Nasenlöcher. b. Durchscheinender Augapfel. c. Keilbein. d. Carotis. e. A. supravertebralis. f. A. subclavia. g. Linker Aortenbogen. hh. Rechter Aortenbogen. i. Durchschnittener Oberarmknochen. k. Linke Lunge mit ihrer Arterie. l. Rechte Niere. m. Herz. n. Leber mit ihren Arterien. o. Verbindung der Aortenbogen. p. Nierenarterien. q. Magen. r. Linke Niere. s. Magenarterie. t. Fortsetzung der Aorta über den Abgang der A. coeliaco-mesenterica hinaus. u. Milz. v. Dünndarm. w. w. Bündel der Nerven für die hinteren Extremitäten und Gefässstämme derselben.

von ungleicher Verbindung mit den Aortenwurzeln durch Entwicklung des vierten Bogens der Stand der Salamanderlarven und Salamander ein, dass dritter und vierter Bogen gemeinsam die Lungenarterie versorgen. Endlich, indem der vierte Bogen eingeht, entspringt die Lungenarterie jederseits vom dritten Bogen. Dieser verliert die Verbindung mit der Aortenwurzel und würde jetzt nur eine, allerdings mit den sonst erübrigenden Aortenbogen noch beim Ursprung aus dem Herzen verbundene, sonst aber gänzlich abgesonderte Pulmonalarterie darstellen, wenn er nicht einen vorderen Hauptast mit Zweigen für die Muskeln des Unterkiefers und der Schulter und für die Haut der Seiten und des Rückens, namentlich auch nach der Entdeckung von Davy für die grossen Drüsenkonglomerate in der Ohrgegend der Kröten, die sogenannten Parotiden besässe, welcher in seinen Aufgaben mit Aesten des zweiten Bogens konkurrirt und sich kombinirt. Dieser vordere Theil wird eher als aus dem dritten Bogen selbst herstammend, oder gar an ihn von vorderen Bogen übergeben, der Pulmonalarterientheil aber als vom vierten Bogen überlassen angesehen werden dürfen. Wie dieser vierte seine Verbindung mit dem Bulbus arteriosus verlor und nur in seinem Antheil an der Kommunikation mit dem dritten und am peripherischen Theil erhalten blieb, so bleibt der dritte bei Eingehen seiner Kommunikation mit der Aortenwurzel doch ventral in Verbindung mit dem Bulbus arteriosus und erhält sich für den peripherischen Theil.

Bei den Tritonen erhält sich auch die Verbindung des dritten, nunmehr die Lungenarterie spendenden Bogens mit dem zweiten. Lambotte und ihm sich anschliessend H. Milne Edwards möchten deshalb die Lungenarterien der Anuren vielmehr als unter Eingehn des ventralen Theils auch des dritten Bogens entstehend ansehen, so dass ihr Ursprung nur jener Kommunikation des dritten mit dem zweiten entspräche und sie dem zweiten als Aeste zugetheilt wären.

Das von den Lungen zurückkehrende Blut wird nach Hyrtl bei Proteus nur zum kleinen Theil vermittelst der Venae pulmonales inferiores direkt zum Herzen geführt. Der grössere Theil geht zu den Venen der Geschlechtsdrüsen und zur Vena cava posterior. Solche Abflüsse scheinen den höheren Urodelen und Anuren mit der grösseren Freimachung der Lungen ganz zu fehlen. Diese Absolution des Lungenkreislaufs ist ein Resultat erstens aus der Entwicklungshöhe des Organs, welche eine starke Gefässversorgung mit sich bringt, zweitens aus dessen Ablösung von anderen Eingeweiden, welche die Selbstständigkeit ermöglicht, und drittens aus der Nähe der Wurzel des Organs am Herzen, welche die direkte Verbindung der Gefässe mit dem Herzen bequem macht.

Wie bei den Allantoidiern Kiemen nicht gebildet werden, so haben auch die Kiemenspalten, welche doch auch, wie Bär bei den Eidechsen entdeckte, in der Fünfzahl entstehen, nur eine vorübergehende Existenz.

Sie werden überwachsen, ohne Kiemenfäden oder Kiemenblättchen an sich auszubilden. Der durch sie charakterisirten starken metamerischen Gliederung wird jedoch auch hier durch Anlage von fünf Paar arterieller Bogen Ausdruck gegeben. Von diesen sind allerdings manchmal die zwei vorderen als Bogen schon wieder verschwunden, bevor die hintersten entstehen, und nur in wenigen Fällen führen sie gleichzeitig Blut.

Von diesen Bogen sind die beiden ersten präbranchiale, der Zungenbeinbogen und davor der Unterkieferbogen. Der letzte, vierte branchiale der Amphibien, wird also überhaupt nicht gebildet. So versteht es sich leicht, dass der hinterste der gebildeten die Lungenversorgung übernimmt, der mittlere die definitiven Aortenwurzeln herstellt, der vordere sekundär mehr oder weniger in Versorgung nach vorn gelegener Gebilde aufgeht.

Es sind hier zwei Grundbetrachtungen einzuschieben. Die erste ist folgende. Ursprünglich nehmen alle Aortenbogen an den Wurzeln für die Aorten Theil, oder sind doch als dahin gerichtet zu betrachten. So kommen sie mit einander in Verbindung, sei es erst durch die einfach gewordene Aorta recurrens, sei es bereits durch und in deren Wurzeln, sei es vor Herstellung der Gesammtwurzel, dann also zunächst einzeln mit den nächsten Nachbarn, aber indirekt auch wohl danach alle mit einander. Diese Verbindungen sind gewissermassen Längsstämme und, wenn sie nicht in der Aorta selbst liegen und der Verband mit dieser entfernter wird, können sie auch als der Aorta parallel betrachtet werden. Eine dieser Verbindungen, welche beim neugeborenen Menschen noch gefunden wird und für das embryonale Leben solcher Wirbelthiere, deren Herz in den Kammern und den Vorkammern in zwei Hälften gesondert wird, von entscheidender Bedeutung ist, hat in der menschlichen Anatomie den Namen des Ductus arteriosus Botalli. Man kann hiernach alle derartige Kommunikationen zwischen zwei Aortenbogen Botallische Gänge nennen. Solche Einrichtungen gelten ebensowohl gegen die vorderen Bogen hin, als gegen die Lungenarterien.

Die zweite Betrachtung ist folgende. So wie wir gesehen haben, dass die Wurzeln der Aorta in verschiedener Gruppirung den Stamm herstellen konnten, so können auch die ventralen Bogenantheile in verschiedener Weise aus der Aorta primaria, welche aus dem Herzen kommt, entspringen. Sie können nach einander paarweise aus einem medianen Rohre hervorgehen, oder dieses kann sich schon früher in zwei symmetrische seitliche Hälften auflösen, so dass diesen Theilstücken zwei, drei oder mehr Bogen zugetheilt sind. Es ist das eine mehr oder weniger durchgeführte Theilung durch eine Ebene, welche man der entsprechenden Lage zur Körperachse halber nach der Sagittalnaht des menschlichen Schädels die Sagittalebene nennt. Nun kann man sich aber dieses mediane Rohr auch durch horizontale Ebenen mehr oder weniger zerlegt denken, so dass in vertikaler Richtung sich ein Stamm, welcher für ein Paar Bogen, oder für

einige Paare dient, von dem für andere Bogen bestimmten Reste abhebt. Das Eine und das Andere kann sich kombiniren; auch können die Theilungen ungleich ausgeführt sein, der einen Seite kann ein Mehr an Gefässen für einen besonderen Theil des Körpers zugewendet sein.

Auf verschiedener Verwendung solcher Einrichtungen an den Aortenbogen beruhen die Verschiedenheiten an den arteriellen Hauptgefässen der Allantoidier.

Die dahin gehörigen Wirbelthierklassen spleissen das arterielle System bis in das Herz hinein; sie ziehen dabei den Bulbus arteriosus in das Herz zurück, so dass, da der vierte Bogen ganz fehlt, der dritte bereits aus dem Herzen entspringt, dieses mit Ausnahme der Szinke.

Bei den Schlangen entspringen die ursprünglichen fünf Paare aus einem zweigetheilten Bulbus und verbinden sich oben zu zwei Wurzeln.

Zwei Gefässe, eins oben zur Schädelhöhle und eins ventral zur Kiefergegend und Zungengegend, fallen bei der Verkümmerung der zwei vorderen Bogenpaare dem dritten zu und es erhält jenes die Bedeutung der Carotis interna, dieses die der externa, welche Gefässe so durch das ventrale Stück des dritten Bogens dem vierten aufzusitzen scheinen. Jenes Stück wird so zur Carotis communis. Nach Ausbildung einer epaxonen Anastomose im Rückenmarkskanale hinter dem Kopfe verkümmert die rechte Carotis communis in der Mehrzahl der Fälle, sei es ganz, sei es, dass sie noch als schwacher Zweig bleibt. Ich finde das bei Python bivittatus sehr deutlich, aber bei P. reticulatus nicht. Die linke übernimmt dann die Bahn bis an den Schädel in der Hauptsache, oder allein als Truncus caroticus impar oder Art. cephalica. Sie versorgt von jener Stelle an die Theile links in grader Fortsetzung, die rechts vermittelst jener Anastomose auch in dem Reste der A. carotis communis dextra ausserhalb der Schädelhöhle und des Spinalkanals. Jener Truncus ist also aus der auch sonst den schlanken Reptilen zukommenden Asymmetrie der Eingeweide entstanden; er ist nur sekundär, nicht primär median.

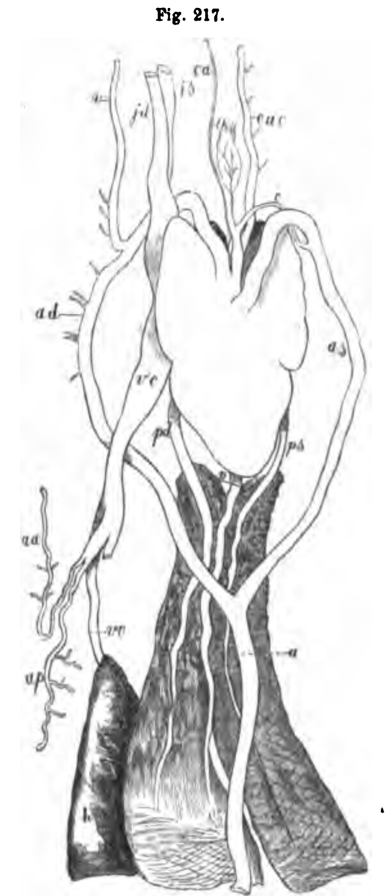
Obwohl also der linke Karotidenstamm zum Truncus wird, so wird doch in der ungleichen Spaltung der Bogen des vierten Paars Alles, was hier abgeht, dem vierten Bogen der rechten Seite zugetheilt, die Theilung fällt ganz links vom Karotidenantheil.

Die beiden mittleren oder vierten Bogen der Schlangen bleiben Aortenwurzeln, und der linke entsendet überhaupt keine grösseren Gefässe, der rechte, bevor ihm der Truncus caroticus aufsitzt, die Herzgefässe und nachher einen ebenfalls nach vorne gehenden Truncus subvertebralis anterior, welcher ebenfalls als asymmetrisch entwickelt anzusehen ist und auch rechterseits unter den Wirbeln verläuft, aber Intervertebralarterien nach rechts und links sendet und hierfür durch den nachfolgenden Theil des Bogens

selbst und dann der Aorta abgelöst wird. Die Aorta liegt am Anfang links, dann median.

So sendet auch nur der rechte fünfte Bogen bei der Natter nach Rathke eine Pulmonalarterie aus, indem er von seiner Mitte einen Stamm mit zwe Aesten bildet, einen für jede Lunge. Der Stamm verkürzt sich und verschwindet, so dass dann die Aeste direkt vom Bogen entspringen. Der rechte Ast ist gemeiniglich weit stärker, entsprechend der stärkeren Entwicklung der Lunge dieser Seite. Bei Python bivittatus Kuhl finde ich einen starken Ast für die linke Lunge neben dem stärkeren für die rechte auf einem gemeinsamen Stamm von etwa einem Zoll Länge für ein Thier, welches vielleicht fünf Fuss gemessen haben mag. Bei einem Python reticulatus Gray von vielleicht 10 Fuss Länge treten die beiden Lungenarterien schon getrennt aus dem Bündel hervor, in welchem sie mit den Anfängen der Aortenwurzeln nach dem Austritt aus dem Herzen eingescheidet liegen. Die Verkümmerung des Bogens selbst ist also ungleich gross.

Fig. 217.



Gefässsystem von Python reticulatus Gray, 1/3 der natürlichen Grösse, vom Bauche gesehen. cac. Truncus caroticus. ca. Der Rest der A. carotis dextra. thy. A. thyreoidea an der Glandula thyreoidea sich verzweigend. jd. Vena jugularis dextra. js. V. jugularis sinistra. c. A. communicans (Ductus Botalli von Carotis zum Aortenbogen). as. Linker Aortenbogen. ad. Rechter Aortenbogen. v. Truncus subvertebralis anterior. pd. Arteria pulmonalis dextra. ps. Arteria pulmonalis sinistra. p. Vena pulmonalis; diese drei Gefässe in Verbindung mit den beiden Lungen. vc. Vena cava posterior. aa. und ap. Venen der Bauchdecken vom vorderen und vom hinteren Abschnitt. h. Leber. a. Gemeinschaftlicher Stamm der Aorta recurrens.

Man wird hier vielleicht sogar Theilnahme beider fünfter Bogen für die Entstehung annehmen dürfen und es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei Heterodon, bei welcher Schlange die rechte Lunge verkümmert, die Verkümmerung den rechten Bogen, nicht nur den rechten Ast desselben treffe. Jener gemeinsame Stamm liegt bei Phyton bivittatus links neben der linken Aortenwurzel, eigentlich aber mit Rücksicht auf die Drehung des Herzens dorsal.

Zwischen den Resten des dritten und dem vierten Bogensystem können

Botallische Gänge erhalten bleiben oder sie schwinden doch spät. Ich finde einen solchen bei Python zum linken Aortenbogen, obwohl sein Ursprung mit dem starken und dem verkümmerten Karotidenstamm und der gewöhnlichen Arteria thyreoidea dem rechten Aortenbogen zugetheilt ist. Damit eben kann diese Kommunikation wirksam werden. Botallische Gänge zu den Lungenarterien kann ich beispielsweise für Python, für welche Gattung sie Owen angiebt, durchaus nicht bestätigen; doch mögen, wie bei Eidechsen, Differenzen selbst für nahe Verwandte und individuell vorkommen. Auch erhält die Lunge noch etwas Blut von der Aorta durch Stämmchen, welche auch der Leber Blut zuführen.

Auch bei Anwesenheit von zwei Lungen giebt es einen unpaaren Lungenvenenhauptstamm, welcher das Blut direkt zum Herzen führt. Venenzweige von den hinteren, gefässarmen Theilen der Lunge gehen übrigens zu den Körpervenen.

Auch bei den Eidechsen erscheint der gemeinsame Stamm der Lungenarterien am Herzen links von der linken Aortenwurzel, welche ihrerseits mit ihrem Anfang den der rechten verdeckt. Der Lungenarterienstamm theilt sich in zwei Aeste, welche mehr quer gehen, während sie bei den Schlangen gleich hinter dem Herzen rückwärts laufen. Da ihr Gebiet ventral von der Aorta liegt, so liegt auch der linke Ast ventral vor dem oberen Theile des linken Aortenbogens. Er behält zunächst zu diesem, wo er vor ihm hergeht, einen Botallischen Gang. Der rechte Ast geht erst quer hinter dem weiteren Bündel arterieller Gefässe, dann vor dem rechten Aortenbogen her und hat zu diesem gleichfalls zunächst eine Verbindung.

Die beiden Bogen des mittleren Paars bleiben Aortenwurzeln. Sie sind bis in's Herz getrennt und vereinigen sich dorsal weniger weit rückwärts als bei Schlangen. Das vorderste der drei Bogenpaare erscheint als Wurzeln der Karotiden. Ihr Charakter als Bogen besteht zunächst fort durch Erhaltung des Botallischen Ganges zu den definitiven Aortenbogen, Ductus caroticus.

Auf diesen Grundlagen entwickeln sich jedoch die einzelnen Formen sehr ungleich. Einige behalten alle genannten Verbindungen, so die Szinke, bei welchen Karotidenwurzeln, Aortenbogen und Lungenarterien von zwei Stämmen, wie bei den Fröschen entspringen, letztere sogar noch Hautzweige abgeben. Andere behalten wenigstens zwei Bogenpaare, so Pseudopus, bei welchem die den Karotiden Ursprung gebenden Bogen ebenso gut bestehen bleiben als die eigentlichen Aortenbogen. Owen beschreibt auch für Lacerta ocellata Verbindungen zwischen den Aortenbogen und den Lungenarterienästen beiderseits. Rathke aber sah sie bei Lacerta atrophiren. Bei Chamaeleon und Varanus schwinden die Verbindungen der Aortenbogen mit den Karotiden. Aehnliche Verschiedenheiten herrschen auch sonst unter nächsten Verwandten.

Die Karotidenwurzel wird in allen Fällen dem rechten Aortenstamm übergeben. Bei den verschiedenen Formen kann sie in verschiedener Länge ungetheilt bleiben. Der Ductus caroticus kann in verschiedener Deutlichkeit bestehen bleiben, oder eingehen. Körpergestalt, Entwicklung vorderer Extremitäten, welche auf den rechten Aortenbogen für ihre gemeinschaftliche Arterienwurzel angewiesen werden, die Verkümmerung einer Lunge mögen auf den Grad der Erhaltung solcher Kommunikationen und den Grad der Asymmetrie einwirken.

Eine Begleichung der vorderen Asymmetrie zu Gunsten des rechten Bogens durch eine hintere zu Gunsten des linken Bogens kann schon bei den Eidechsen eintreten, indem bei Psammosaurus eine A. gastrica und mesenterica von letzterem entspringen, bevor er sich mit dem rechten zur Aorta verbindet.

Bei den Schildkröten geht der linke Bogen, obwohl er sich mit dem rechten verbindet, dem Kaliber nach auf in diesen hart bei einander und an jener Verbindung entspringenden Gefässen und die Verbindung erscheint nur noch als ein Nebenweg ähnlich einem Botalli'schen Gang.

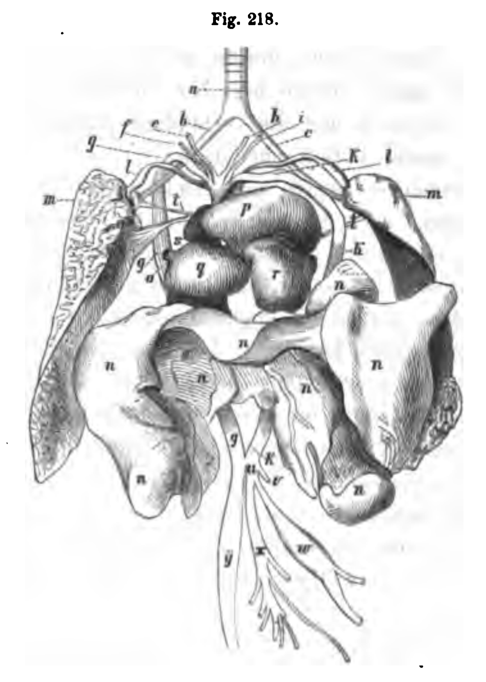
Bei Krokodilen ist das im Allgemeinen ebenso, und Rathke hat gezeigt, wie das Lumen des linken Bogens nach Abgabe des für die Verdauungsorgane bestimmten Antheils auf ein Drittel und selbst ein Viertel heruntersinkt. Ich selbst habe bei Crocodilus frontatus Mur. diese Verbindung überhaupt erloschen gefunden, so dass der rechte Bogen gänzlich mit der Aorta die animale Sphäre des Hinterkörpers besorgte, der linke gänzlich die Bedeutung einer Coeliaca sammt Mesenterica oder zusammen einer Arteria visceralis communis, einer Gesammtarterie für den Verdauungsapparat bekommen hatte. Ein vollkommener, der Aorta recurrens gleichwerthiger Stamm besteht dann nicht mehr. Das Gebiet der A. coeliaca hat sich von jenem Hauptstamm abgelöst, wie eine Lungenarterie es thun kann, oder wie die Vena cava von dem Reiche der Venae cardinales. Die Ablösung der vegetativen von der animalen Sphäre ist gewichtiger geworden als die Beziehungen zwischen Rechts und Links.

Die Karotidengruppe ist bei den Krokodilen, wie bei den Schlangen durch tiefe Sonderung vom linken Bogen dem rechten zugetheilt. Es ist hier ferner ein linker Antheil tiefer von einem rechten getrennt, als dieser von dem rechterseits aufsteigenden Bogenantheil. Es ist das von Cuvier so verstanden worden, dass jeder dieser beiden Theile die Carotis einer Seite und eine Arteria subclavia enthalte, welche erst weiterhin von der Karotis sich trenne. So würde ein Karotidenstück als gemeinsame Wurzel für die Arterien des Kopfes und des Armes jeder Seite bestehen. Auf solche Wurzeln wird von deren Vertretung beim Menschen für die rechte Seite der Name der Anonymae oder Arteriae innominatae, oder von den Vögeln der der Arteriae brachiocephalicae übertragen. Es scheint sich dies

jedoch mindestens meistens anders, nämlich so zu verhalten, dass der linke Stamm einen grösseren Antheil übernimmt. Er sendet einen starken Truncus caroticus impar, Carotis subvertebralis Rathke nach vorne, giebt die Subclavia seiner Seite und eine Cervicalis ascendens, Collateralis colli Rathke. Der rechte aber giebt nur die beiden letzten Gefässe. Mit anderen Worten. es ist die Eintheilung nicht zwischen die beiden Karotiden, sondern rechts von der eigentlichen rechten Carotis gefallen, die linke ist mehr, die rechte weniger geworden, als eine brachiocephalica der Vögel.

Bei Schildkröten, wenigstens bei Caouana divergiren Karotiden und Subklavien so rasch und so nahe an dem Winkel, in welchem sich der linke Bogen vom rechten abspaltet, dass solche Anonymae nicht gebildet werden und dass kaum unterschieden werden kann, ob die vier Arterien für den Vorderkörper dem linken oder rechten Aortenbogen zuzutheilen seien. Es lassen sich leicht aus diesem Verhalten in kleinen Veränderungen die verschiedensten Vertheilungen und Verbindungen innerhalb dieser Gefässgruppe konstruiren, wie sie dann bei Vögeln und namentlich Säugern auftreten, und die Verschiedenheiten innerhalb der Schildkrötengruppe selbst dürften hier nicht unbedeutend sein. Schon für Midas scheint nach Carus und Otto ein Truncus brachiocephalicus communis deutlicher zu sein.

Fig. 218.



Gefässsystem von Thalassochelys caretta Linné (Cauana) von Palma auf Mallorka, 1/4 der natürlichen Grösse, von der Bauchseite gesehen.
a. Trachea. b. Bronchus dextra. c. Bronchus sinister. e. Carotis dextra. f. Art. subclavia dextra. g. g. Arcus aorticus dexter. h. Carotis sinistra. i. Art. subclavia sinistra. k. k. Arcus aorticus sinister. l. l. Arteriae pulmonales. m. m. Lungen. n. n. n. Leber. o. Mündung der Vena cava superior in's Herz. p. Ventrikel des Herzens, in die Höhe geschlagen. q. Rechter Vorhof. r. Linker Vorhof. s. Rechtes Herzohr. t. t. Venae pulmonales. u. Verbindung der Aortenbogen und Wurzel der Art. coeliaco-mesenterica. v. Art. hepatica. w. Art. gastrico-duodenalis. x. Art. mesenterica. y. Gemeinsamer Aortenstamm.

Die weiterhin zu besprechende Unvollkommenheit der Sonderung der Herzkammern oder doch der sie verlassenden Blutströme, so dass diese nicht einerseits dem Lungenkreislaufe, andrerseits dem übrigen, grossen, Kreislaufe einfach gegensätzlich angehören, gestattet ein zeitiges Erlöschen der Botallischen Gänge zwischen definitiven Aortenwurzeln und Lungenarteriensystem. Bei Schildkröten.

bei welchen grosser und kleiner Kreislauf am Anfange in der Herzkammer gänzlich verbunden sind, scheinen doch solche Kommunikationen mehr zu persistiren als bei Krokodilen. Auch sind bei ihnen die Lungenarterien, der linke Aortenbogen, der gastro-epiploische Ast, die Coeliaca, der Sinus venosus sehr ausdehnbar. So ergeben sich, wenn die Thiere, um zu sinken, rasch die Lungen komprimiren, zu den Nebenwegen für das den Lungen bestimmte Blut zahlreiche Sammelbecken für das etwaige Uebermaass.

Bei den Krokodilen, bei welchen sich, wenn sie über das Embryonalleben hinausgegangen sind, eine vollkommene Kammerscheidewand findet, fällt diese so, dass sie die linke Aortenwurzel nebst der Pulmonalarterie dem rechten Kammerabschnitte und nur die rechte Wurzel dem linken Kammerabschnitte zutheilt. Nur der rechte Abschnitt geht bis in die Herzspitze, der linke ist nach der Dorsalen verdrängt und auch die Wurzel des rechten Bogens drückt sich hinter die des linken. So entsteht eine Kreuzung der Aortenwurzeln, in welcher der Weg zur rechten der mehr dorsale ist, und welche den Blutbahnen vortheilhaft ist. Das pulmonale Gebiet ist mit dem übrigen viszeralen in eine mehr ventral gelegene Arterienbahn, das ganze übrige System in eine mehr dorsal gelegene zusammengefasst.

Fig. 219.

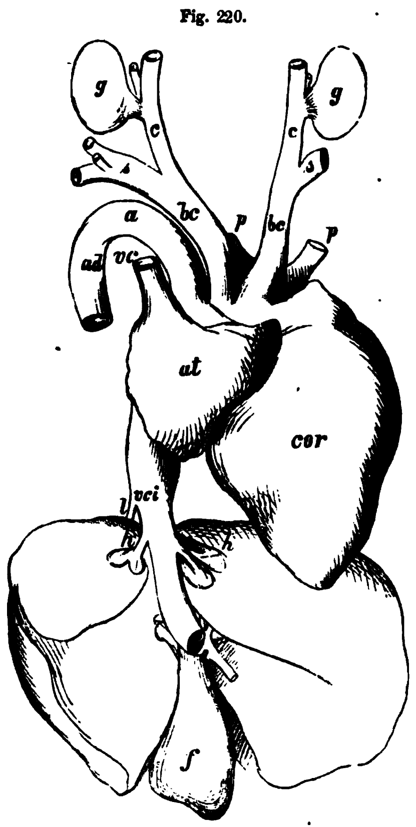


Gefässwurzeln von Crocodilus frontatus Mur. aus Afrika, 1/8 der natürlichen Grösse, vom Bauche gesehen.
a. Truncus caroticus impar. b.b. Arteriae cervicales ascendentes. c.c. Arteriae subclaviae. d. Art. anonyma sinistra. e.e. Linker Aortenbogen. f.f. Rechter Aortenbogen. g. Herzventrikel. h. Rechter Vorhof. i. Linker Vorhof. k. Art. pulmonalis sinistra. l. Vena pulmonalis sinistra. m. Vena cava inferior.

In dem gemeinschaftlichen Bündel aus dem Herzen austretender Arterien liegen die beiden Aortenstämme in der Kreuzung einander dicht an. Hier findet sich, wie Henz und Harlan 1825 entdeckten, die nach dem späteren Beschreiber Panizza genannte Oeffnung, das Foramen Panizzae, und gestattet dem Blute den Uebertritt von einer Aortenwurzel zur andern, damit auch dem Blute einer Herzkammer den in die andere, also auch Ausschaltung des Lungenkreislaufs, etwa bei langem Verweilen unter Wasser oder bei Sommerschlaf im Schlamm vergrabener Thiere. Dieses begleicht die sonst dem Tauchen günstigeren Verhältnisse der Schildkröten. Da sehr gewöhnlich junge Thiere untersucht wurden, mögen die vereinzelten Mittheilungen über spätere Verengerung und Schluss

dieser Kommunikation nicht unbegründet sein, auch von dem ungleichen Grade aquatilen Lebens beherrscht werden.

Fig. 220.



Herz, grosse Gefässe und Leber des Geierkönigs, Sarcorhamphus papa Linné, von der Bauchseite.
c. c. Karotiden. g. g. Karotisdrüsen. s. s. Arteriae subclaviae. bc. bc. Arteriae brachiocephalicae. p. p. Arteriae pulmonales. a. Aortenbogen. ad. Aorta descendens. vc. Vena cava superior dextra. vci. Vena cava inferior. at. Rechter Vorhof. cor. Herz. l. Zweig der Vena cava in das Ligamentum suspensorium der konvexen Leberfläche. h. h. Venae hepaticae. f. Gallenblase; zu deren Seiten die Lappen der Leber, im Hilus die Gallengänge.

Bei den Warmblütern verschwinden normal die embryonalen Kommunikationen der Lungenarterie zum Aortensystem gänzlich, mit Ausnahme etwa der kapillaren Verbindungen mit den Bronchialarterien. In Krankheiten, welche den Blutlauf in der Lunge, speziell den Rücktritt des Blutes aus den Lungenvenen in das Herz behindern, können letztere Verbindungen sehr erweitert werden.

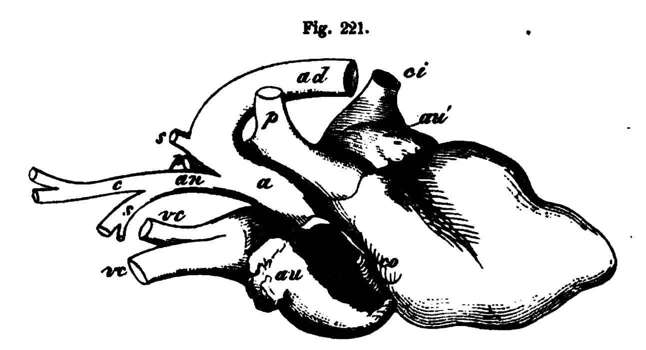
Bei den Vögeln geht ausserdem der linke Aortenbogen der Reptile gänzlich ein, die Gefässe für den Darmkanal und sein Zubehör fallen dem rechten mit zu. Die Aorta steigt rechts von der Wirbelsäule zum Bauche hinab. Es ist damit die vollständige Scheidung der Herzkammern und die Unerlässlichkeit des Lungenkreislaufs für die Herzaktion verbunden. Das ganze Aortensystem kommt so auf den linken Ventrikel, nur die Pulmonalarterie bleibt dem rechten.

Bei den Säugern ist es dagegen der linke Bogen, welcher die Verbindung der Aorta mit dem Herzen bildet, und so verläuft die absteigende Aorta zunächst links von der Wirbelsäule. Von den Pulmonalbogen bleibt wahrscheinlich gleichfalls nur der linke erhalten und liefert die zweitheilige Pulmonalarterie. Der Ductus Botalli von der Aorta zur Pulmonalarterie findet sich in der Regel als bindegewebiger Strang auch noch bei Erwachsenen sichtbar. Beim Riesenkänguruh, Macropus giganteus Shaw, fand ich ihn bei einem alten Weibchen haarfein und schliesse aus dem Umstande, dass hier demnach eine merkliche Arterienverbindung bestanden hat, eine weit gediehene

Vollendung der Herzscheidewand vor der Geburt des sonst so unreif in die Tasche übertragenen Fötus. Bei einer anderen sehr grossen Art, Halmaturus rufus Waterhouse, habe ich den Gang dagegen bei einem ziemlich erwachsenen Weibchen nicht gefunden.

In der Art, wie die Karotiden vom Aortenbogen abgehen, zeigen die Vögel und darin, sowie mehr als jene in Betreff des Verhaltens der Subklavien zu den Karotiden oder zum Aortenbogen die Säuger grosse Verschiedenheiten.

Fig. 221.



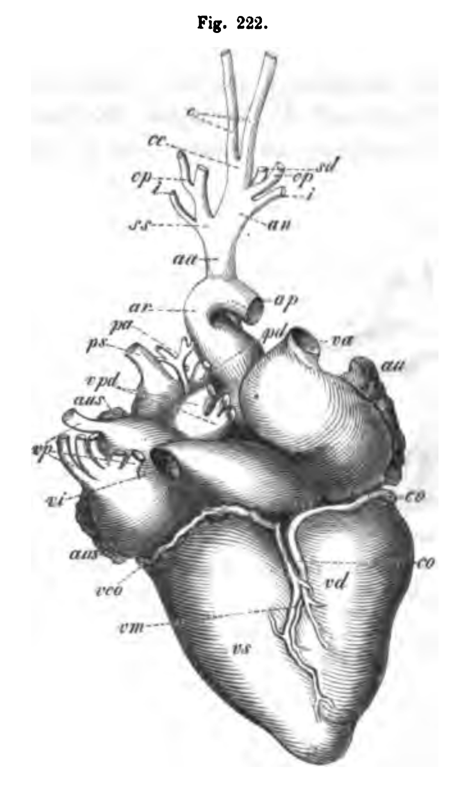
Herz und Gefässwurzeln des Bisamschweins, Dicotyles torquatus Cuvier, halbwüchsig, natürliche Grösse, von der linken Seite gesehen.
c. Carotis primaria. s. s. Arteriae subclaviae. a n. Truncus anonymus dexter. a. Aorta ascendens. a d. Aorta descendens. p. p. Arteriae pulmonales. vc. vc. Venae cavae superiores. ci. Vena cava inferior. co. Arteria coronaria cordis sinistra. au. Rechtes Herzohr. au'. Linkes Herzohr.

Bei den meisten Hufthieren, namentlich Wiederkäuern und Pferden, hält eine Aorta anterior die vorderen Arterien, Karotiden und Subklavien, zunächst in einem Stamm zusammen, welcher vom Anfang der Aorta, von der sogenannten Aorta ascendens, Ursprung nimmt und als eine starke Erhaltung der Aorta primaria angesehen werden kann. Bei dem Mullwurf, den Fledermäusen, den Delphinen bestehen dagegen zwei Trunci anonymi, einer für Carotis und Subclavia der rechten, der andere für die der linken Seite. Ebenso verhält es sich bei vielen Vögeln, bei welchen diese Trunci dann Arteriae brachiocephalicae heissen. Die linke Brachiocephalica kann dabei als ventraler Abschnitt des linken Aortenbogens angesehen werden. Häufig haben die Vögel die rechte Carotis dem linken Truncus mit übertragen, so dass aus diesem eine mediane Carotis primaria entspringt; seltener umgekehrt. Es geht in diesen Fällen eine Subclavia für sich vom Aortenbogen ab. Auch können getrennt entsprungene Karotiden sekundär median zusammentreten.

Bei den Säugern kann danach, immer noch in möglichster Erhaltung der Symmetrie, eine solche Carotis primaria bestehen neben zwei selbständigen Subklavien, so beim Elephant. Man kann das so ausdrücken,

dass bei der Kürze des Halses der den drei Gefässen gemeinsame Stamm nicht zur Entwicklung gekommen sei.

Fig. 222.



Herz und Gefässwurzeln von Burchell's Zebra, Hippotigris Burchelli, vom Rücken gesehen, 1/3 der natürlichen Grösse.

c. c. Carotiden. cc. Truncus caroticus. an. Truncus anonymus. sd. Arteria subclavia dextra. cp. cp. Arteriae cervicales profundae. i. i. Arteriae intercostales anteriores. ss. Arteria subclavia sinistra. aa. Aorta anterior. ar. Arcus aortae. ap. Aorta posterior. pa. Arterie des besondern vorderen Lungenlappens. ps. Arteria pulmonalis sinistra. pd. Arteria pulmonalis dextra. vp. Venae pulmonales sinistrae. vpd. Venae pulmonales dextrae. va. Vena cava anterior. vi. Vena cava posterior seu inferior. co. Arteria coronaria cordis dextra. vco. Vena coronaria cordis. vm. Vena media cordis. au. Rechtes Herzohr. aus. Linkes Herzohr. vd. Rechte Kammer. vs. Linke Kammer.

Bei dem mit grosser Brustbreite verbundenen kurzen Halse des Walrosses fehlt auch der gemeinsame Karotidenstamm und die vier Gefässe entspringen in einer Reihe selbständig vom Aortenbogen.

Die anderen Fälle gehören der Asymmetrie an. Solche findet sich entweder in höherem Grade, indem beide Karotiden mit der rechten Subclavia zu einer Anonyma verbunden sind, gleich dem selteneren Falle bei den Vögeln. Das geschieht bei den meisten Raubthieren, vielen Nagern, Beutlern, Edentaten und bei den Schweinen, welche dabei die beiden Karotiden noch eine Strecke zu einem gemeinsamen Stamm verbunden haben (vergl. Fig. 221 p. 491). Oder die Asymmetrie ist geringer, indem die Carotis und die Subclavia zwar rechts zu einer Anonyma verbunden sind, aber nicht mit dieser die linke Carotis, so bei dem Menschen, den Affen, Monotremen und einem andern Theile der Nager, Beutler und Edentaten. Die zahlreichen Anomalien in dieser Beziehung, für die Einzelnen sowohl in der Richtung zur Verschmelzung als zur Auflösung des Verbandes, auch beim Menschen, und sogar bis zur Verwendung des rechten Aortenbogens statt des linken, beweisen, wie leicht eine Form in die andere übergeht. (Vergl. hierzu auch Band I, p. 164 bis 165.)

Bei Vögeln, wie bei Säugern werden die Wurzeln oder Stämme der Lungengefässe sehr kurz, die Hauptäste richten sich nach der Gliederung der Lungen in Lappen.

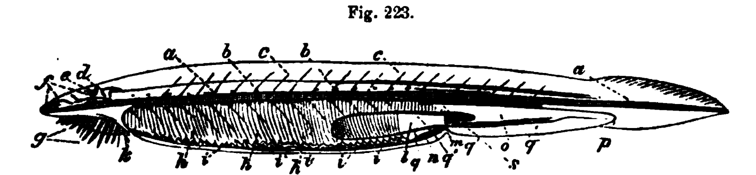
Wir gehen über zur Betrachtung des Herzens der Wirbelthiere.

Nachdem Rathke und Goodsir einen Theil des Gefässsystems des Amphioxus beschrieben hatten, gab J. Müller 1841 genauere Angaben über dasselbe und verglich es wegen der Mehrzahl und gefässartigen Gestalt der Herzen dem der Würmer. Die Pulsationen sah zuerst an durchsichtigen jungen Exemplaren Retzius, dann Müller selbst.

Beim Amphioxus liegt in der Bauchmittellinie, in der ganzen Länge des Kiemendarms, zwischen und unter den Kiemengerüstknorpeln, hier wellig hin und her gebogen und weiter rückwärts bis zum Ende der Speiseröhre eine die Herzkammer und den Bulbus anderer Fische sammt der Aorta primaria vertretende von hinten nach vorn sich kontrahirende Röhre, das Arterienherz. Dasselbe hängt hinten zusammen mit einem ebenfalls röhrigen, dorsal von der Lebertasche, dem nach vorne gerichteten, neben der hinteren Hälfte des Kiemendarms liegenden sogenannten Blinddarm, herkommenden, rückwärts stärker werdenden „Hohlvenenherzen" Müllers. Das Blut wird diesem Leberblindsacke zugeführt durch eine dritte von hinten nach vorn sich kontrahirende Röhre, das „Pfortaderherz" Müllers, welches ventral längs des ganzen Darms von hinten nach vorne verläuft und am Blinddarme allmählich an Kaliber abnimmt. Fasst man beide venösen Systeme zusammen, so hat man einen von hinten gegen die Wurzel der Kiemenarterie verlaufenden, durch den Leberblindsack in einer Schleife nach vorn gezogenen und hier in Kapillaren aufgelösten ventralen Venenstamm. Die Kontraktilität dieses Stammes entspricht der des Pfortadersackes von Myxine. Die Pausen zwischen den Kontraktionen der gedachten Herzen dauern etwa eine Minute.

Vom Kiemenherzen giebt es jederseits einen direkt nach oben führenden Bogen am Ende der Mundhöhle, vor dem Kiemendarm, als vorderste Aortenwurzel, für welche Bogen Müller den Namen der Botalli'schen Gänge anwendet. Im Uebrigen geht von dem Kiemenherzen jedesmal im Zwischenraume zweier die Kiemen stützender Spitzbogen ein kleiner kontraktiler Bulbillus, ein Spezialkiemenherz, ab. Bei älteren Thieren finden sich solcher

Fig. 223.



Amphioxus lanceo'atus Yarrel von Helgoland, etwa viermal vergrössert.
a. a. Chorda. b. b. Rückenmark in bindegewebiger Umhüllung. c. c. Die Dissepimente der Seitenmuskulatur. d. Auge. e. Riechgrube. f. Nervenstämme des Gesichtes. g. Mundzirren. h. h. h. Kiemengerüststäbe. i. i. i. Bulbilli, Spezialkiemenherzen. k. Vorderer Aortenbogen, Botallischer Gang. l. Lebertasche. m. Ausgang der gemeinsamen Kiemenhöhle, Eventus branchialis communis. n. Arterienherz. o. Darm. p. After (nach Wilder links von der Mittellinie). q. q. Pfortader. q'. Lebervene. s. Hohlvenenherz.

fünfzig und mehr auf jeder Seite. Jedem entspricht ein Kiemennetz mit zwei ausführenden Epibranchialarterien, indem nach oben sich in jeden Spitzbogen ein kiemenstützender Zwischenstab einlegt und die Zahl der Bogen verdoppelt. Diese Gefässe münden in die Aorta descendens. Wenn wirklich kein Kardinalvenensystem besteht, würde das Hohlvenenherz auch Lebervenenherz heissen können. Kapillargefässe sind beim Amphioxus nicht wahrzunehmen. Reichert fand solche auch neuerdings selbst in sehr jungen Thieren nicht, nur ein in den feineren Endverzweigungen geschlossenes Netz von vielfach anastomosirenden Gewebllücken, in welchen zwar kleine zellenkörperartige Gebilde in Gallerte oder Flüssigkeit lagen, sich aber nicht bewegten und so die Unabhängigkeit von den Blutgefässen zu dokumentiren schienen. J. Müller suchte vergeblich durch Durchschnitte genug von dem farblosen Blute zu erhalten, um die Blutkörperchen wahrzunehmen. In den Kanälen, welche bei Thieren mit noch freien Kiemenwülsten muthmasslich den späteren vorderen Aortenbogen entsprechen, fanden Leuckart und ich zuweilen einige Körnchen. Der Charakter eines Blutgefässsystems gegenüber einem Lymphsystem wird bei dem Amphioxus demnach weder durch Kapillaren noch durch rothe Körperchen und nur durch die zwei Richtungen der Blutbewegung gewahrt.

Die Kontraktionen der Gefässstämme oder Herzen bei Amphioxus folgen sich so, dass das Kiemenherz erst dann wieder von einer Zusammenziehung ergriffen wird, wenn die vorhergehende, in der Fortpflanzung zuerst durch seinen ganzen Verlauf, dann auf die Botalli'schen Gänge, dann nach einer Zwischenzeit, welche man auf die Aorta descendens rechnen kann, auf das hintere Ende der Pfortader und durch sie bis an das vordere Ende des Leberblindsacks, endlich auf die Lebervene, zum Knie des Venen- und Arterienherzens zurückgelangt ist. Alles Blut mag also in einem einzigen Pulsschlag durch den Körper getrieben werden.

Das Herz der kranioten Fische wird nach übereinstimmenden Grundzügen zentrirt, so dass die kontraktilen Partieen des Gefässsystems, welche etwa an anderen Stellen noch vorkommen, nur von accessorischer Bedeutung erscheinen. Vollkommen von beiden Seiten zusammengefasst, übernimmt es nichts von der Gliederung der zuführenden Bahnen, der Ductus transversi nach rechts und links und der Abgliederung der Lebervenen von diesen. Alle diese Venen vereinen sich vielmehr schon vor dem eigentlichen Herzen im Sinus venosus und nur für die Lungenvene der dipnoischen giebt es einen besonderen Eintritt.

Die Lage des Herzens der Fische ist, wenn gewisse aus der Entwicklungsgeschichte herrührende, mit der Asymmetrie der Dottergefässe verbundene Schiefheiten überwunden sind, eine mediane und seine Gestalt ist mit geringen Ausnahmen symmetrisch. Die letztere wird im Uebrigen von

zwei Hauptmomenten beherrscht. Zunächst bilden sich zwei in der Längsrichtung des Fisches einander folgende Abtheilungen aus. Eine hintere empfängt das Blut, eine vordere entsendet es wieder. Diese Abtheilungen sind durch eine Einschnürung gesondert. Wenn man sie als Modifikationen eines medianen Gefässrohres betrachtet, so haben sie gemein, dass an ihnen das Gefässrohr erweitert und die Gefässwand, vorzüglich in der Muskellage, verstärkt ist. Die hintere, venöse Abtheilung, die Herzvorkammer, das Atrium, hat oft ein gelapptes Ansehen. Sie ist mehr erweiterbar und weniger wandstark. Namentlich sind die Wände weniger solide. Es giebt mehr Netze von Fäden und Balken mit eingetieften Gruben zwischen sich und unterbrückt. Diese Abtheilung ist geeignet, Blut in etwas ungleichen Quantitäten sich ansammeln zu lassen. Ihre Kraft genügt, davon den Theil, welchen die zweite Abtheilung, die Herzkammer, der Ventriculus, fassen kann, in diese zu befördern. Der Hohlraum ist in diesem für seine Kapazität strenger bestimmt; die Muskelwand ist kräftiger, ihre spongiöse Beschaffenheit weniger stark ausgebildet. Diese Abtheilung ist geeignet, das in sie eingetretene Blut sehr vollständig auszupressen und durch beschwerliche Bahnen durchzutreiben. Die Absonderung, erst des schlåffen Sinus venosus, dann der Vorkammer, setzt den Ventrikel in Stand, regelmässig zu arbeiten. Eine andere Bedeutung hat dieselbe bei den Fischen nicht.

Die Muskelentwicklung am Ventrikel geschieht ganz bevorzugt ventral und an dem so abgesetzten Theile mehr rückwärts. So erlangt der Ventrikel aus einer Spindelgestalt mit einer hinteren und einer vorderen Oeffnung des Rohrs die eines mit der Spitze nach unten und hinten gerichteten Kegels, welcher an der nach oben und vorne sehenden Basis den Zugang aus dem Atrium und den Ausgang in nicht grosser Entfernung von einander trägt und dorsal theilweise von dem Atrium überdeckt ist.

Fig. 224.

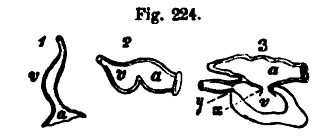


Diagramm für die Entwicklung des Fischherzens, von der Seite gesehen. a. Atrium. v. Ventrikel. 1. Vertikal vom Dottersack gegen den Kopf aufsteigender Herzschlauch. 2. Lagerung der Theile nach Längsaxe des Fisches. 3. Ueberdeckung des Ventrikels durch den Vorhof; bei x Andeutung der Atrioventrikularklappen, bei y der teleostischen Aortenklappen.

Es geschieht das nicht ganz so einfach. Zuerst wird die erst vertikale Stellung des Herzens am Uebergange der Dotterwölbung zur Schlundwand des Fisches, während welcher die venöse Oeffnung eher ventral liegt, zu einer horizontalen Lage beglichen, in welcher die beiden Herzabtheilungen hinter einander folgen, und dann kommt mit Aufnahme des Dotterrestes in den Bauch, Entwicklung der Leber und der Ductus transversi, der weite und platte Vorhof sogar dorsal zu liegen. Diese Umkehrung der Lage der Herzabschnitte kommt theilweise so zu Stande, dass der Vorhof nicht einfach von hinten, sondern mehr an einer Seite auf den Ventrikel hinaufsteigt. Rathke fand bei Blennius viviparus Cuvier und bei den Syngnathen gegen das Ende der Entwicklung

den Vorhof mehr rechts, Baer bei Abramis blicca Cuvier mehr links und Vogt fand bei Coregonus palaea vor dem Ausschlüpfen das ganze Herz in der Ruhe mehr rechts, während in der Kontraktion ein grosser Theil nach links geworfen wurde.

Fig. 225.

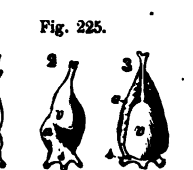


Diagramm für die Entwicklung des Fischherzens, vom Bauche gesehen. v. Ventrikel. a. Vorhof. s. Venöser Sinus mit Einmündung der Canales Cuvieri und des Lebervenenstammes. 1. Lineare Anordnung. 2. Schiefe Lage. 3. Herstellung der Symmetrie (die dritte Figur ist nach Trigla hirundo Bloch).

An den eingeengten Stellen des Fischherzens befinden sich gewöhnlich deutliche Klappen, so zunächst eine einfache oder doppelte am Eingange des Vorhofes vom venösen Sinus und zwei taschenförmige häutige Atrioventrikularklappen, welche sehr gut schliessen, am Uebergang vom Vorhofe zum Ventrikel. Bei der Kontraktion des Ventrikels drängt der Blutdruck den freien Rand der vorderen gegen den der hinteren Klappe und der Querspalt wird geschlossen. Wenn dieser Querspalt nicht bis zur Fleischsubstanz des Herzens durchgeht, erscheint die Klappe, so bei Squalus, als ein einfaches, kreisförmiges, in der Mitte durchbohrtes Segel. Ein solcher Zustand kann als Ausgangspunkt aller Klappenbildung betrachtet werden. Das Lumen des Herzrohres ist an dieser Stelle eher als eng geblieben, denn als sekundär eingeengt zu betrachten. Die Muskelsubstanz kommt in der Falte zunächst nicht zur Entwicklung, sie weicht zurück gegen ihre Peripherie.

Am Ausgange des Ventrikels haben die Knochenfische, wie Meckel als für die ganze Abtheilung gültig feststellte, zwei tiefe korbartige Klappen, mit der Wölbung gegen die Kammer gerichtet und den Rückfluss des Blutes aus der Aorta hindernd. Nur ganz selten ist die Zahl vermehrt oder sind einige kleinere Klappen zwischen die beiden grossen gelegt. In Betreff des Skelets, der Schuppen, der Kiemen, der Spiralklappe im Darm, dipnoischer Athmung oder doch eines Theiles dieser Kriterien abweichende Formen konnten auf das gemeinsame Merkmal zahlreicher Klappen von Günther zusammengefasst und mit dem an ihr Dominiren in früheren Schöpfungsepochen erinnernden Namen der Palaeichthyes benannt werden.

Fig. 226.



Herz von Trigla hirundo Bloch von Palermo, in natürlicher Grösse, vom Rücken gesehen; ein Theil des Vorhofs weggenommen. x. Atrioventrikularspalt mit Klappen.

Die Formen der Vorkammer und des Herzens sind verschieden; dieses etwas in Beziehung zur Gesammtgestalt. Breite Fische haben breite Herzen und die Vorkammer bildet bei ihnen gerne vorne zwei Hörner, Herzohren, Auriculae aus. Bei anderen ist die Vorkammer median über den Ventrikel hinaus stärker vorgezogen; sie spitzt sich vorn zu einem einfachen zipfelförmigen Ohr, zu einem über die direkteste Blutbahn hinaus-

reichenden Sack; die Herzkammer ist mehr gestreckt, vorne oder hinten breiter; bei Myxinoidfischen aber ist sie rundlich.

Die niederen Knorpelfische, Cyklostomen, welche nur zwei Aortenklappen besitzen, wie die Teleostier, haben nach J. Müller die Arteria branchialis communis oder Aorta primaria von Anfang an so gebaut, wie man es weiterhin an der Aorta findet; dieser Gefässtheil hat namentlich in seiner Wand nur elastische Fasern und keine Spur von Muskelbeleg. Er theilt sich übrigens alsbald nach Austritt aus dem Herzen in zwei Stämme, je einer zur Versorgung der Kiemenspalten einer Körperseite.

Die übrigen Fische haben an der Aorta primaria eine Anschwellung, welcher man früher gleichmässig den Namen der Aortenzwiebel, des Bulbus aortae, gab und welche man in der Entwicklung höherer Thiere allmählich mehr oder weniger durch Verkürzung gegen das Herz hin, Hineinziehen ins Herz vergehen sieht.

Fig. 227.



Herz von Trigla hirundo Bloch, vom Bauche gesehen, in natürlicher Grösse. x. Atrioventrikularklappen. y. Aortenklappen. z. Wahrer Bulbus arteriosus.

Leydig und J. Müller hatten für den Aortenbulbus der Teleostier glatte Muskelfasern angegeben, während die Herzmuskulatur überall quergestreift ist. Brücke dagegen fand nur elastische Fasern. So würden die Knochenfische für diesen Theil in Klappenzahl und in Geweben zu den Cyklostomen stehen.

Bei den Palaeichthyes, den Fischen mit zahlreichen Aortenklappen, ist die Anschwellung an dem scheinbaren Aortenanfang mit einer dicken Lage quergestreifter Muskeln umlagert. Diese Anschwellung enthält die zahlreichen Klappen. Wir haben aber oben gesehen, dass die Herzarterien bereits in sie eintreten. Während man früher sagte, der Aortenbulbus dieser Fische sei muskulös, der der anderen nicht, ist Gegenbaur den gedachten Unterschieden besser gerecht geworden, indem er den Bulbus der Palaeichthyes für etwas Anderes als den der Teleostier erklärte, für einen Theil des Herzens, und ihm den besonderen Namen des Conus arteriosus gab.

Teleostier und Cyklostomen haben also zwei, selten mehr Klappen auf einem knappen Raum zwischen Herz und wahrem, nicht muskulösem Aortenbulbus. Ganoide, Chimären, Selachier haben einen quergestreiften Muskelbeleg um eine mit zahlreichen Klappen gefüllte konische Verlängerung des Ventrikels. Bei den dipnoischen Fischen mit Ausnahme von Ceratodus sind die Klappenreihen anderer ersetzt durch spiralig sich windende Längsfalten.

Wo solche Klappen in mehrere Reihen, jede von mehreren Gliedern, geordnet sind, pflegen die fernsten die grössten zu sein. Sie können mit dem einzigen Paare der Teleostier identifizirt werden, da auch bei diesen die Zahl grösser sein kann, so bei Xiphias und Butyrinus oder Albula, und

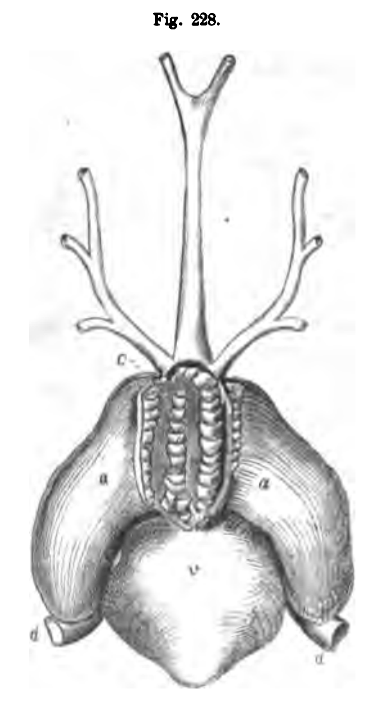
da unter den Ganoiden Amia, statt doch mit drei, nur mit zwei Klappen abschliesst. Zahl der Reihen mit zwei bis sechs und Zahl der Klappen in den einzelnen Reihen sind öfter wohl nicht genau zu sagen, weil die verschiedensten Grade der Entwicklung vorkommen. Die Hinterreihen würden dann variabele, der Herzgestalt entsprechend zukommende Elemente sein. Einzelne Klappen sind nur Querleisten, andere zungenförmig. Solche hintere kleine Klappen schliessen nur während der Zusammenziehung, sie sind nur brauchbar bei Kontraktilität des Conus; die vorderen schliessen auch nach Beendigung der Systole, wie das einzige Paar der Teleostier. Es besteht also eine morphologische und eine physiologische Verschiedenheit der Klappen.

Auch bei den Teleostiern kann der Theil des Herzens zunächst an den Klappen röhrig ausgezogen sein, so beim Hecht, in der Regel fällt er mit der Kammer zusammen. Die Erweiterung jenseits der Schlussklappen, der eigentliche Bulbus aortae, fehlt den Ganoiden gänzlich, der Aortenstamm dieser ist einfach: bei den Selachiern ist jene unbeständig.

Die grösste Zahl von Klappen im Conus arteriosus haben Polypterus mit vierundfünfzig, jedoch nach Müller nur siebenundzwanzig, und Lepidosteus mit vierzig in sechs und fünf Reihen.

Bei den Selachiern und Ganoidfischen durchdringen die eigenen Blutgefässe des Herzens von Aussen her die ganze Wandung. Bei den Teleostiern ist nur die äussere Schicht mit Gefässen versehen; die Ernährung muss also in grösserem Umfange von den inneren schwammigen Hohlräumen aus geschehen, welche, in Zusammenhang mit der Herzhaupthöhle, zwischen das Muskelbalkennetz eindringen. Alle diese Räume sind vom Epithel ausgekleidet, die Muskeln sind quergestreift.

Fig. 228.



Herz und Kiemenarterien von Rhina squatina Linné (Squatina angelus Duméril) aus Palermo, in natürlicher Grösse, vom Bauche gesehen. v. Ventrikel. aa. Vorhof. dd. Ductus transversi. c. Conus arteriosus mit zahlreichen Klappen in Längsreihen.

Die Leichtigkeit, mit welcher eine innere mehr zirkuläre und eine äussere mehr verflochtene Muskellage sich von einander sondern, hat Döllinger und Eschscholtz und die scheidewandähnliche Entwicklung des Balkenwerkes im Ventrikel zur Sonderung von zwei Fächern hat Treviranus zum Vergleich mit der Kammertheilung höherer Wirbelthiere veranlasst.

ersteres ohne allen Grund, letzteres schon eher auf Reptilherzen mit linker Kammer ohne eigenen Ausgang zu beziehen.

Die Klappen und die sie befestigenden Fäden haben im Allgemeinen bei den Fischen unter dem Epithel nur eine bindegewebige Grundlage; sie sind weder selbst muskulös, noch treten Antheile der Herzmuskulatur an sie, ihnen in Kombination mit der Kontraktion einer Abtheilung des Herzens eine bestimmte, der Fortbewegung des Blutes günstige Stellung zu geben. Doch wird bei Lepidosiren die Atrioventrikularklappe als fleischig bezeichnet und auch von Leuciscus die Anwesenheit quergestreifter Muskeln in den Klappen angegeben. Beim Störe haben diese Klappen wenigstens zahlreiche Befestigungsfäden, Chordae tendineae.

Bei den Dipnoi dringt vom Eintritt der Lungenvene eine unvollkommene Scheidewand in den Vorhof ein. Sie ist von demselben netzförmigen Charakter wie die Herzwand selbst und erreicht und theilt nicht die Atrioventrikularöffnung. Die Klappe zwischen Sinus venosus und Vorhof fehlt, während ein Knötchen am Ende jener Scheidewand dem Rücktritt des Blutes in die Pulmonalvene sich in den Weg legt. Auch liegt die Oeffnung dieser Vene der Atrioventrikularöffnung sehr nahe. So ist der Eintritt des Lungenblutes in den Aortenkreislauf besonders begünstigt; Stauung wird eher im venösen Sinus stattfinden.

Die Lage des Herzens der Fische wird bedingt durch die der Kiemen, so dass es sich hinter der letzten Spalte, somit bei Cyclostomen sehr weit rückwärts, befindet. Indem bei Teleostiern die Brücken zwischen den Spalten schmal und die ventralen Stücke der Kiemenbogen sehr nach vorne gezogen werden, liegt es hier in der Regel hart hinter dem Kopfe. Der es umhüllende Herzbeutel kann von seiner Oberfläche gänzlich frei oder, wie schon Broussonnet und Tiedemann von Labrax und Conger wussten, durch Fäden dem Herzen verbunden sein. Diese können auch Gefässe führen, so nach Stannius bei älteren Stören sieben, bei Spatularia zwei. Der Perikardialraum kann mit dem peritonealen Hohlraum in offener Verbindung stehen (vergl. Fig. 214, pag. 469). Der Herzbeutel umfasst den Conus arteriosus und den Bulbus aortae mit und kann auch den venösen Sinus in sich aufnehmen. Die eigenthümliche Umfassung und Stützung des Herzbeutels durch einen hintersten gewölbten Antheil des Kiemenknorpelskelets bei Petromyzon ist in Fig. 140, 18, p. 244, dargestellt worden. Bei Myxine liegt der Anfang der des Bulbus entbehrenden Arteria branchialis ganz ausserhalb des Herzbeutels.

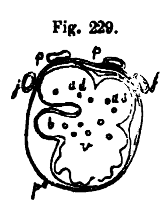
Das Herz der Fische ist im Allgemeinen wenig voluminös. Aus den Randbemerkungen J. F. Meckels zu seinem Handexemplare der von ihm herausgegebenen Vorlesungen über vergleichende Anatomie von Cuvier erhellt, dass die Angaben von Broussonnet über die relative Grösse in Wirklichkeit die Länge betreffen und dass Tiedemann in den Wägungen

den Bulbus mitgewogen habe. Die gemessenen Längen ergeben als Extreme im Verhältniss zur Körperlänge bei Scorpaena scrofa Linné 1 : 12, beim Meeraal, Conger vulgaris Cuvier, 1 : 24, beim Stör, Acipenser sturio Linné, 1 : 30. Das Verhältniss ist höchstwahrscheinlich bei jungen Thieren günstiger. Die Tabelle Tiedemanns ergiebt an relativem Gewicht für den Glattrochen, Raja batis Linné, 1 : 343, für den Gängling, Idus melanotus Heckel, 1 : 576, für einen Schattenfisch, Umbrina cirrhosa Cuvier, gar nur 1 : 768. Das kräftigste Herz haben fliegende Fische. Im Allgemeinen wird man, da der Impuls des Blutes nicht zu klein sein darf, die Menge des mit jedem Herzschlag beförderten Blutes als eine verhältnissmässig kleine betrachten dürfen.

Wo bei Ganoiden an das Herz durch den Herzbeutel Gefässe herantreten, ist die Oberfläche mit bläschenförmigen Körpern bedeckt, welche Kombinationen von Wundernetzen jener Blutgefässe mit Lymphzellenhaufen zu sein scheinen.

Was das Herz der Amphibien betrifft, so wird, im Genaueren nach der Darstellung von Götte für die Unke, gleichfalls der embryonale Herzschlauch in Windungen gelegt, indem er in sich stärker wächst, als die benachbarten Theile, an welchen seine Endpunkte befestigt sind, der venöse Sinus und der Ursprung der Aortenbogen, sich von einander entfernen. Diese Bogenbildung geschieht nicht grade median, sondern asymmetrisch in Form eines Schraubenganges, indem der Venensack etwas nach rechts gedrängt ist, von ihm nach vorne ein Hauptbogen sich erst gegen unten, dann nach links wendet, von dessen nach rechts zurückkehrendem Schenkel aber der sich abschnürende Aortenbulbus sich wieder nach aufwärts, vorne und zur Mittellinie begiebt. Der hintere absteigende Theil jenes Hauptbogens schnürt sich als Vorkammer von der links liegenden Kammer ab. Hiernach wird in der Verschiebung der ventralen Abschnitte der Kiemenbogen der Bulbus noch mehr dem Vorhof genähert und legt sich an ihn an. Die Kammer kommt ventral vom Vorhof zu liegen, mit Erhaltung der Richtung des Grundes nach links. Der Vorhof weitet sich mit zwei Herzohren aus und tritt deutlicher nach rechts. Von der Decke des Vorhofs wächst eine Scheidewand nach hinten und links in ihn hinein und scheidet, indem sie die durch die schiefe Lage tief zwischen linker Abtheilung und linker Hälfte des Sinus venosus eindringende Einbuchtung trifft und zuletzt die Uebergangsstelle zur Kammer, das Foramen atrioventriculare, halbirt, jene linke Abtheilung des Vorhofs von der rechten Abtheilung, sowie vom Venensacke ab, so dass dieselbe gänzlich für sich in die Kammer mündet.

Fig. 229.



Querdurchschnitt des Herzens einer Unke gegen das Ende der ersten Larvenperiode, nach Götte, vergrössert, von vorne gesehen. ad. Rechter Vorhof. as. Linker Vorhof. v. Kammer. b. Zugang zum Bulbus aortae. pc. Herzbeutel. p. p. Pulmonalarterien. j. j. Jugularvenen.

So erhalten die Amphibien zwei Vorhöfe und in den linken ergiesst sich mit neu durchbrechender Gefässöffnung an der hinteren und oberen Wand die Vena pulmonalis. Die beiden so neben einander gelegten Vorhofabtheilungen sind übrigens nicht als symmetrische Gegenstücke, sondern so aufzufassen, dass die Abtheilung für die Pulmonalvenen primär eine der für den restirenden venösen Sinus superponirte sei, dass die Scheidewand im Prinzipe horizontal liege und die Lungenvorkammer nur deshalb nach links falle, weil bereits die dorsale Vorkammerwand um die Zeit ihrer Entstehung sich nach links gewendet habe. Die Bildung von Vorsprüngen in die Kammerhöhle wird vom Endocardium eingeleitet. Brücke sah auch die Einleitung einer unvollkommenen Halbirung der Kammer und des Bulbus arteriosus. Der letztere schnürt sich durch eine Einengung, Fretum Halleri, gegen die Herzkammer ab.

Fig. 230.

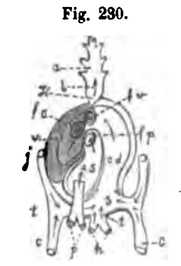


Diagramm des Batrachierherzens zur Demonstration der Absonderung der linken Vorkammer von der rechten; Ansicht vom Rücken. a. Aorta ascendens. b. Bulbus aortae. H. Hallerscher Raum. ad. Rechter Vorhof. as. Linker Vorhof. v. Ventrikel. fa. Arteriöse Oeffnung des Ventrikels. fv. Arteriöse Mündung des rechten Vorhofs. fp. Arteriöse Mündung des linken Vorhofs. p. Pulmonalvenen. j. Jugularvene. c. c. Cardinalvenen. t. Canalis transversus sinister. h. Lebervenen, spätere Vena cava inferior.

Im fertigen Herzen von Proteus und von Menobranchus ist die Vorhofscheidewand unvollkommen, bei den übrigen Perennibranchiaten und Perobranchiern vollständig; beim Axolotl fehlt die äusserliche Sonderung. Die Lungenvene hat bei Siren den Anschein, in den Sinus mit den andern Venen einzutreten, aber sie verläuft in dessen Wand zu einem besonderen, im Vergleiche kleinen, bis zur Atrioventrikularmündung geschiedenen Sack. Der Vorhof selbst ist gross und umfasst eingekerbt und lappig wie bei gewissen Fischen die Kammer. Auch beim Axolotl liegt die kleine pulmonale Vorkammer mehr rückwärts als die für die Körpervenen.

Es war J. F. Meckel, welcher, nachdem er anfänglich selbst aus der Schule von Harvey, Brogniart und Cuvier die Lehre übernommen hatte, dass die Amphibien sich von den Reptilen durch einen einfachen Vorhof unterschieden, bei Pipa gegen das Ende der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts die Scheidewand fand. Ihm folgte rasch Davy für andere Anuren und Martin St. Ange für die Salamander; erst später kamen die obigen Entdeckungen betreffs niederer Amphibien.

Es giebt bei den Amphibien Verschiedenheiten in der Lage des ganzen Herzens. Dasselbe ist bei den Coecilien, ähnlich wie bei den Schlangen, zurückgerückt, bei den anderen liegt es dem Zungenbein nahe. Betreffs der Lage der Theile liegt der Vorhof bei den Fröschen und Kröten in geringer Grösse in sekundär hergestellter Symmetrie umfassend dorsal von der Basis der Kammer und dem Bulbus, während er in beträchtlicherer Grösse

bei den Geschwänzten im Ganzen mehr nach links vom Ventrikel zu liegen kommt. Der Bulbus, welcher Muskeln besitzt, kann mehr ein einfaches Rohr oder zweimal geschwollen sein. Da er bei Menopoma je vier, bei Proteus je zwei Klappen in zwei Reihen, bei Triton zwei in einer Reihe hat, so mag ein Theil dem Begriff des Conus arteriosus zufallen. Die erste Klappenreihe liegt bei Menopoma grade über dem Ostium, die zweite in der Mitte zwischen ihm und dem Bulbus.

Bei den Reptilen ist die Sonderung der beiden Vorkammern stets äusserlich sichtbar; eine Scheidung der Ventrikel wird, etwa mit Ausnahme der Chamaeleonten, wenigstens angelegt; zuweilen wird diese Kammerscheidewand vollständig. Der Haller'sche Raum und der Bulbus, welche embryonal bestehen, verschwinden mit Ausnahme der Szinkoide, bei welchen eine Spur des Bulbus bleibt, und die Aorta primaria wird so weit in die Herzkammerabtheilung eingezogen, dass die Stämme gesondert entspringen. Die Form des Herzens richtet sich nach der Gestalt des Thieres; es ist bei Schlangen sehr gestreckt, bei Schildkröten besonders breit. Bei letzteren besteht eine Verbindung der Herzspitze mit dem Perikardium, in welcher eine Vene zur Pfortader geht. Eine gleiche Verbindung findet sich auch bei Iguana tuberculata Laurenti und bei anderen, aber nicht allen Eidechsen, eine grosse Zahl von verbindenden Fäden beim Scheltopusik, Pseudopus Pallasii Cuvier.

Ueber die Vorkammerscheidewand ist nichts Neues zu sagen, sie trennt das aus den Lungen zurückkehrende Blut, abgesehen von obengedachten Abweichungen, von dem Körpervenenblute.

Die beiden Aurikuloventrikularöffnungen liegen neben einander. Beim Chamaeleon ist die Ventrikelwandung sehr stark und der centrale Hohlraum kaum merklich. Der Vorhof der Körpervenen erscheint rechts allein neben dem Bündel austretender Arterien, links kommt er hinter dem pulmonalen Vorhof noch zum Vorschein, er ist also gross. Der pulmonale Vorhof legt sich links an das Gefässbündel, mit seinem spitzen Ohre bis zu dessen Gabelung reichend. Die beiden Atrioventrikularöffnungen liegen im Ventrikel neben einander hinten und links, der Ausgang des Ventrikels liegt rechts und vorn. Das Gefässbündel steigt von ihm zunächst nach links aufwärts. Vom Zwischenraume zwischen den beiden Atrioventrikularöffnungen und von demjenigen zwischen dem Ostium venosum für die Körpervenen und dem Ostium arteriosum ragen klappenartige häutige Septa in den kleinen Kammerraum. Sie fassen jenes Ostium venosum wie zwei Schranken ein Der Kammertheil rechts ist ein wenig für sich ausgetieft.

Bei den übrigen Sauriern wird die Kammerscheidewand deutlich, am vollkommensten bei den Varanen. Der dem Pulmonalvorhof zugetheilte Kammerantheil wird bestimmter abgegränzt; er behält nur noch in der Nähe seines Eingangs eine Verbindung zu dem andern Theil; es bildet sich eine

linke Kammer, welche arterielles Blut von den Lungen empfängt im Gegensatze zu einer rechten, welche venöses Blut aus dem Körper erhält. Aber das Blut wird durchaus von der linken Kammer in die rechte getrieben; jene hat keinen anderen Ausgang, keinen direkten Antheil an den Zugängen zum arteriellen Gefässbündel, welches in Einziehung der Aorta primaria aus dem Ventrikel entspringt. Die Scheidewand des Ventrikels begegnet noch nicht einer der in diesem Bündel die einzelnen Bestandtheile sondernden Scheidewände.

Fig. 231.



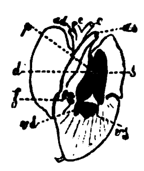
Herz, grosse Gefässe und Respirationsorgane von Chamaeleon vulgaris Cuvier, aus Algier, in natürlicher Grösse, unter Wegnahme der ventralen Wand der Herzkammer, vom Bauche und etwas von rechts gesehen.

a. Cartilago laryngea. b. Laryngealer Stimmsack. c. Stärkerer erster Luftröhrenknorpel. d. Luftröhre. e. e. Vorderer, dichterer Theil der Lunge. f. f. Mittlerer, sackartiger Theil. g. g. Hinterer, fingerförmig gelappter Theil. h. Röhriger hinterer Zipfel des Herzbeutels. i. Kammerwand. k. Eintiefung, der arteriellen Kammerabtheilung entsprechend. l. Die beiden den Eingang vom rechten Vorhof einfassenden Klappen. m. Der linke, pulmonale Vorhof. n. n. Der dahinter beiderseits erscheinende rechte Vorhof. o. o. Lungenarterienstämme. p. Linker Aortenbogen. q. q. Rechter Aortenbogen. r. Gemeinsame Aorta. t. t. Karotiden. † Bahn zu den Arterien. †2. Bahn des Lungenvenenblutes. †3. Bahn des Hohlvenenblutes.

Dennoch kann schon in diesem Stande die Absonderung einer arteriellen linken Kammer erhebliche Dienste für die Sonderung der Leitung des Lungenblutes in den Körper von der des Körperblutes in die Lungen thuen. Indem die Kontraktion zunächst den rechten Vorhof ergreift, treibt sie dessen Inhalt in den rechten Ventrikel und von diesem in die durch die Bahnrichtung nach links am bequemsten liegende Lungenarterie. Unterdessen ist die Kontraktion auf den linken Vorhof fortgeschritten; dessen Blut ist in die linke Kammer eingetreten und dort zunächst reservirt. Diese Kammer wird zuletzt von der Kontraktion ergriffen, sie treibt das Blut durch die Kommunikation mit der rechten, welche im Uebrigen diesem Stoss noch ihre eigene Kontraktion entgegensetzt, direkt zu den Aortenwurzeln, um so mehr, da die Pulmonalarterie schon gefüllt ist. Bei thätigem Lungenkreislauf wird demnach eine Vermischung arteriellen und venösen Blutes nur unerheblich zu Stande kommen. Jede Veränderung in Durchgängigkeit der Lungengefässe selbst, jede stärkere Füllung des Herzens wird aber dahin wirken. Diese Herzeinrichtung wird Störungen im Lungenkreislauf ungefährlich machen.

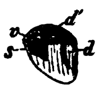
Bei den Leguanen und den Varanen wird die Absonderung der beiden Kammern von einander sehr bedeutend. Den Zugang zur rechten Kammer finde ich beim Leguan mehr rückwärts,

Fig. 232.



Herz von Iguana tuberculata Laurenti von Surinam, vom Bauche gesehen, nach Wegnahme der Vorderwand des pulmonalen Vorhofs und der der Kammer, in natürlicher Grösse.
s. Linker Vorhof. d. Rechter Vorhof; die Scheidewand entwickelt sich unten zum Klappenapparat. vs. Linke Kammer. vd. Anfang der rechten Kammer. f. Die drei Ausgänge zum Arteriensystem. p. Pulmonalstamm. as. Linker Aortenbogen. ad. Rechter Aortenbogen. c. c. Die Karotiden, vom rechten Bogen Ursprung nehmend.

Fig. 233.



Die Vorderwand des Herzventrikels von Iguana tuberculata Laurenti, das in Fig. 232 weggenommene Stück, von der Innenfläche und der obern Schnittfläche gesehen. v. Abgeschnittenes Stück der Klappe an der linken Abtheilung. s. Die linke Abtheilung. d. Die rechte Abtheilung. d'. Deren vorne umfassender Theil.

den zur linken mehr vorwärts. Dann greift aber die rechte mehr spaltförmige Kammer um die linke mehr rundliche vorn herum. Das austretende Gefässbündel hat die Pulmonalarterie mehr vorn. Diese erhält somit bei gewöhnlichem Gange mehr Blut aus dem rechten Ventrikel. Der linke Aortenstamm entspringt am meisten rechts nach aussen von der Pulmonalarterie, der rechte mehr hinter der Pulmonalarterie. in der Ansicht vom Bauche. Dieser letztere, welcher die Karotiden zugleich abzugeben hat, wird somit das beste Blut erhalten. Eine ähnliche Vollendung, wie bei den Krokodilen, aber in umgekehrter Beziehung der Kammern zu den Bogen in der Art, dass der linke Bogen hier aus der linken Kammer entspränge, während bei jenen aus der rechten, kann ich doch eigentlich nicht finden.

Auch bei den Schlangen ragt eine fleischige, stellenweise durchbrochene Scheidewand zwei Kammern trennend bis nahe an den Austritt des arteriellen Gefässbündels. Dieses, aus der rechten Kammer entspringend, ist stark gedreht. Die Pulmonalarterie liegt ventral und wendet sich nach links. Ihre Wurzel ist sogar so gedreht, dass ihre ursprünglich ventrale Fläche sich nach rechts wendet. So bildet sie ihrer Haltung nach im Ganzen den bequemsten Weg der Abfuhr für das Blut aus der rechten Kammer. Zunächst dahinter oder darüber liegt der einfache linke Aortenbogen, zuhinterst der den Karotidenstamm abgebende rechte Aortenbogen. Dieser ist der bequemste Abfuhrweg für das Blut der linken Kammer. Der Kopf bekommt so auch hier das beste Blut, der Rumpf und die Eingeweide leicht gemischtes, die Lunge das reinste venöse.

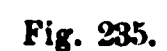
Zwischen den Vorhöfen der Schlangen, von welchen der rechte doppelt so gross ist als der linke, erscheint äusserlich das Bündel jener arteriellen Gefässe. In den rechten Vorhof münden selbständig mehr nach hinten die Vena cava posterior und die Vena jugularis sinistra, welche das System der Vena cava superior sinistra allein vertritt, mehr nach vorn die Vena cava superior dextra s. anonyma, welche die rechte Drosselvene mit den die Rippenvenen beider Seiten zusammenfassenden Venae subvertebrales oder azygos anterior und subvertebralis posterior oder azygos sensu strictiori in sich begreift, so jedoch, dass die Klappenabschlüsse dieser drei Gefässe von

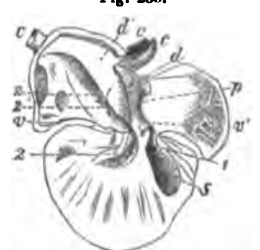
Owen als im Herzen sichtbar beschrieben wurden. Die einfache Oeffnung der neben der Cava posterior laufenden Lungenvene in den linken Vorhof ist klappenlos. Die beiden Atrioventrikularklappen haben an ihrem freien Rande einige Befestigungsfäden; sie bilden, an der Basis verbunden, zusammen eine Art von quergespanntem Segel, welches sich von der Vorhofscheidewand aus in den Ventrikelraum hineinerstreckt, geben aber jeder der beiden Oeffnungen einen besonderen halbmondförmigen Antheil. In der rechten Kammer wird durch einen Fleischwulst von der Rückenwand gegen das austretende Arterienbündel hin bauchwärts der Theil, welcher der Lungenarterie entspricht, als Sinus pulmonalis oder Vestibulum pulmonale von dem anderen, dem Vestibulum aorticum abgesondert. Es werden so die oben erwähnten Einrichtungen für die Scheidung des Blutlaufs verstärkt und es wird ein Anfang zu der Art von Scheidewandbildung gewonnen, welche die Warmblüter besitzen. Die drei austretenden Gefässe haben an ihrer Wurzel je zwei Klappen.

Fig. 234.



Herz von Python bivitattus Merrem, vom Bauche gesehen, die beiden Kammern und der linke Vorhof geöffnet, in natürlicher Grösse. p. Pulmonalarterie. as. Linker Aortenbogen. ad. Rechter Aortenbogen. c. Karotidenstamm. t. Glandula thyreoidea mit ihrer Arterie. cs. Vena cava superior seu jugularis sinistra. cd. Vena cava superior dextra seu anonyma. ci. Vena cava inferior. vd. Ventriculus dexter. vs. Ventriculus sinister.


Fig. 235.



Herz von Emys d'Orbignyi Dum. Bib. aus Carolina, durchschnitten; der hintere, dorsale Theil von innen gesehen, in natürlicher Grösse. c. c. c. Venae cavae. d. Das Septum zwischen den beiden Atrien. d'. Das falsche Septum im rechten Atrium. p. Die Rinne im linken Atrium für das Pulmonalvenenblut. v. Rechte Atrioventrikularklappe. v'. Linke Atrioventrikularklappe. s. Linker Ventrikel. Die Pfeile bedeuten die Blutstromrichtung; 1. für das Lungenvenenblut, 2. für das Körpervenenblut.

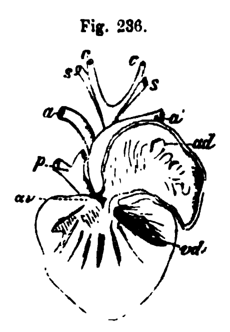
Das Herz der Schildkröten hat zuweilen perikardiale Verbindungsfäden, wie wir sie kennen gelernt haben, in grösserer Zahl. Ich finde bei Emys d'Orbignyi, dass dieselben an der Rückwand des Herzens von dem grösseren Bande an der Spitze des Herzens aus in zarterer Fortsetzung fast eine Kontinuität herstellen bis zur venösen Herzwurzel, ein gefässführendes, durchfenstertes Suspensorium des Herzens bilden.

Ebenso hat man manchmal, namentlich bei den sich durch die Quergliederung des Plastron einer vorzüglichen Fähigkeit, den Körper zu verstecken, erfreuenden und in solchem Stande am Athmen behinderten Terrapenen, die Aurikularwand unvollständig gefunden. Eine andere Abweichung von der Bildung dieser Wand hat Treviranus bei Caretta imbricata Linné dahin beschrieben, dass die linke Cava anterior in eine Kluft dieser Wand münde, so vom eigentlichen

rechten Vorhofe ausgeschlossen, von dort direkt zum Ventrikel geleitet. In diesen selben Raum kann eine Pulmonalvene münden. Ich erkenne das als eine grössere Vollendung einer schon bei Emys d'Orbignyi zwischen den Mündungen der beiden Cavae superiores sich weit in den Vorhof hinein spannenden Klappe. Da hiebei die vorderen Hohlvenen übrigens zuweilen statt getrennt, vereinigt in das rechte Atrium und die beiden Lungenvenen mit der gleichen Differenz in das linke einfliessen, haben wir, wie die Trennung im Hohlvenensystem einmal nur bis vor das Herz, einmal bis in das Atrium, einmal bis in den Ventrikel, so die Trennung der Körpervenen überhaupt von den Lungenvenen einmal nur bis an das Herz, einmal bis in den Atrialtheil, einmal bis in den Ventrikulartheil fortgesetzt. Durch solche Modalitäten mögen die Schildkröten in den Stand kommen, ihren ziemlich ungleichen äusseren Lebensverhältnissen jeweilig gerecht zu werden.

An den äusseren Rändern der Atrioventrikularöffnungen hat Brücke ein Klappenrudiment gefunden. Dasselbe scheint namentlich rechts vorzukommen. An den einander zugewandten inneren Rändern erhebt sich auch hier von der Aurikularscheidewand nach jeder Seite eine viereckige häutige Klappe. Die linke finde ich bei Emys d'Orbignyi höher aufragend als die rechte. Die Zugänge zu den Ventrikelabtheilungen sind rinnenförmig, die Höhlen der Ventrikel eng. Die Kommunikationen zu dem Arterienbündel liegen ganz im rechten Ventrikel. Im linken Vorhof finde ich bei Emys die Bahn von der Einmündungsstelle der vereinigten Pulmonalvenen rinnenförmig, in sehr direkter Leitung zur Atrioventrikularöffnung. Der ganze übrige Atrialraum erscheint als Nebenhöhle. Endlich kommt bei Schildkröten eine sich zwischen den austretenden Gefässen fortsetzende Verknöcherung vor.

Fig. 236.



Herz von Emys d'Orbignyi Dum. Bib., der vordere, ventrale Theil von innen gesehen; Ergänzung zu Fig. 234.
a. Linker Aortenbogen. a' Rechter Aortenbogen. c. c. Karotiden. s. s Arteriae subclaviae. ad. Vorderwand des rechten Vorhofs. vd. Rechter Ventrikel mit dem Zugang zu den Arterienwurzeln. av. Rechte Atrioventrikularöffnung. Der linke Vorhof ist ganz weggefallen.

Bei den Krokodilen ist vom rechten Vorhof ein Sinus abgeschieden, welcher die Körpervenen aufnimmt. Ausser der hauptsächlichen Klappe von der Aurikularscheidewand aus wird die äussere Atrioventrikularklappe nunmehr deutlich. An die Verbindung der zwei Klappen an ihrem unteren Winkel tritt ein sich aus der Herzwandmuskulatur heraushebender Fleischbalken, ein Anfang der Musculi papillares cordis. Aus dem rechten Ventrikel entspringt die Pulmonalarterie und der linke Aortenbogen, das sind die Blutgefässe für den vegetativen Apparat. Jeder der beiden austretenden Stämme ist mit zwei Klappen verwahrt. Oberhalb der Klappen liegt im linken Aortenbogen die Verbindung mit dem rechten, das Foramen

Panizzae. Bei gewöhnlichen Verhältnissen wird diese Oeffnung während des Blutstosses durch die eine Klappe verdeckt, aber im Rückstoss des Blutes ist sie frei und erlaubt Ausgleichung. Der linke Vorhof ist auch hier kleiner und hat einen kleinen Pulmonalsinus. Die linke Atrioventrikularklappe spannt sich von der Aurikularscheidewand in den Ventrikel hinab und hat am Rande deutlicher als bei niederen Reptilen befestigende Fäden, Chordae tendineae. Der linke Ventrikel ist gänzlich vom rechten geschieden. Um die Atrioventrikularklappe herum führt er zur Wurzel des den brachiocephalischen Stamm und den in der Hauptsache für die animale Sphäre bestimmten Antheil der absteigenden Aorta liefernden rechten Aortenbogens. Dieser hat an seiner Wurzel gleichfalls nur zwei Klappen, Valvulae semilunares und über denselben das Foramen Panizzae.

Nach den Wägungen von Jones schwankt das Gewicht des Herzens der Reptile im Verhältniss zum Körpergewicht zwischen 1 : 354 und 1 : 592.

Bei den Vögeln und den Säugern sondert sich im embryonalen Herzen gleichfalls ein vorderer Aortenbulbus durch Einschnürung von einem mittleren arteriellen Kammertheile und dieser von einem hinteren venösen mit zwei Ausbuchtungen an der Einmündung der Vene. Dabei krümmt das Herz sich ∞förmig, so dass der arterielle Theil nach rechts, vorne und oben, der venöse Theil nach links, hinten und unten zu liegen kommt. Nachdem die paarigen Aortae recurrentes oder Wirbelarterien durch die Aortenbogen mit dem Herzen in Verbindung getreten sind, drängt sich jener linke Theil gegen den Bulbus und selbst hinter ihn, und seine Ausbuchtungen entwickeln sich zu den zwei venösen Herzohren. Das Fretum Halleri und der Bulbus vergehen, die beiden Herzohren erscheinen rechts und links von der aufsteigenden Aorta. Eine Furche, Sulcus interventricularis, deutet zu einer Zeit, zu welcher die Kiemenspalten noch weit klaffen und der Darm mit dem Dottersacke oder der Nabelblase in offener Verbindung ist, den Anfang der Kammertheilung an. Während die Atrien durch eine in der Verlängerung der eintretenden Gefässe, longitudinal, entwickelte Wand sich zu scheiden beginnen, deren sagittale, das ist der Pfeilnaht zwischen den Scheitelbeinen am Schädel entsprechende, rechts und links scheidende Stellung allerdings auch nur sekundär ist, bildet sich die Kammerscheidewand mehr quer oder frontal, das ist der Richtung der Stirnbeinnaht am Schädel entsprechend, gegen die ursprüngliche longitudinale Lage des Herzens von der ventralen Herzmuskelwand aus. Indem die hinteren venösen Partieen des Herzens sich dorsal lagern, wird jedoch der dorsale Rand dieser Wand nach vorn, in der Haltung des Menschen nach oben gehoben und dann in der Drehung im Herzkörper von links nach vorn ebenfalls sagittal gestellt, so dass später die Atrialwand und die Ventrikularwand in einer Ebene liegen und Fortsetzung von einander bilden, nunmehr aber eine

rechte und eine linke Herzhälfte ein ganz anderer Gegensatz sind, als nach der ersten Anlage gedacht. Indem dabei der dorsale Theil der Herzkammer sich wenig ausbildet, bleiben die Wurzeln der austretenden Gefässe und die primär vorderste Herzpartie nahe an den Atrioventrikularöffnungen, der primär hintersten Partie der Kammer, und jene Kammerscheidewand trifft dorsal auf das arterielle Gefässbündel. Während in linearer Streckung die vordere Abtheilung der Kammer allein dem Abfluss, die hintere allein dem Zufluss des Blutes zugewendet wäre, erlangt so die vordere, später rechte, hierbei ihre Verbindung auch mit der Vorhofabtheilung und die hintere, später linke, eine solche auch zum Truncus arteriosus. Sobald dann das Septum, welches, anfänglich nur halbmondförmig, die Herzbasis frei und, wie bei Reptilen, die Kammern in Kommunikation liess, vollständig abschliesst, kommuniziren die Kammern und der Vorhof mit zwei getrennten Spalten, deren Lippen die späteren Klappen andeuten. Unterdessen bildet sich selbständig die Scheidewand im Truncus arteriosus und zwar so, dass an dem sich spiral drehenden Aortenstiele der sekundär nach rechts gedrehte Pulmonalarterientheil der rechten Kammer, der Aortenbogentheil der linken Kammer zugetheilt wird. Das Septum der venösen Herzabtheilung zwischen den Vorkammern bildet sich erst spät, von der Gegend der Kammerscheidewand aus; es ist im fötalen Leben zu der Zeit noch unvollständig, durch das Foramen ovale durchbrochen, zu welcher die Kammerscheidewand längst fertig ist. So findet sich eine Unvollkommenheit an ihm auch in erwachsenen Säugern sehr häufig, die der Kammerscheidewand sehr selten. Die Ausbildung der Vorhoftheilung entfernt die einmündenden Venen, welche anfänglich durch einen gemeinsamen Stamm, dem Sinus venosus entsprechend, zusammengefasst wurden, von einander, scheidet die Vena cava inferior von den Cavae superiores. Während an dem unteren vorderen Rande der Einmündung der Cava inferior die Eustachische Klappe auswächst und dem hier eintretenden Blute zunächst die Richtung nach links anweist, bildet sich vom oberen hinteren Rande jener Einmündung und zwischen oberer und unterer Hohlvene eine Klappe, welche dem Septum atriorum entgegenwächst, die Valvula foraminis ovalis. Sie scheidet das Blut der oberen Hohlvene von dem der unteren, leitet es der rechten Atrioventrikularöffnung zu und verschliesst später in Anwachsung das Foramen ovale. Das Herz ist in diesen embryonalen Phasen, wie es bei kleinen Thieren relativ grösser ist als bei grossen, relativ umfänglicher, nach Meckel im zweiten und dritten Monat beim Menschen im Gewichtsverhältniss zum Gesammtgewicht wie 1:50, beim reifen Fötus wie 1:120, während es beim Erwachsenen mit einem Durchschnittsgewicht von etwa 250 bis 300 Gramm, etwa auf 1:240, selten höher kommt als 1:200, nach A. v. Haller wie 1:160.

Mit der Entwicklung des Halses entfernt sich dann das Herz vom Kopfe.

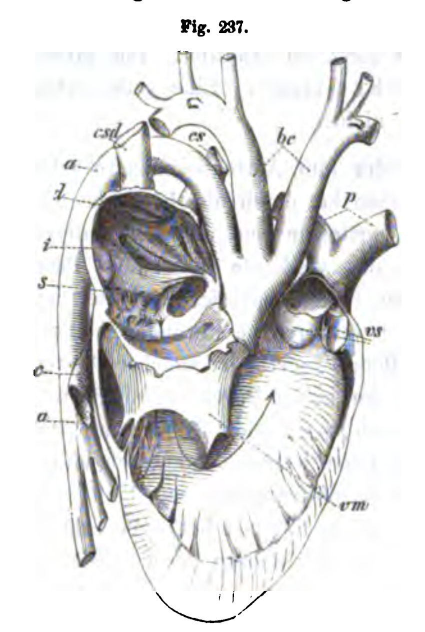
Die Metamorphosen der Aortenbogen erfolgen bei den Säugethieren und beim Menschen sehr rasch und früh, doch genügen die Beobachtungen, um die Modalitäten der Entwicklung bei ihnen wie bei den Vögeln ziemlich festzustellen und den Effekt auf das Herz zu studiren. Das grösste Verdienst hierin haben v. Baer und Rathke gehabt. Eine volle Uebereinstimmung der Angaben herrscht jedoch nicht.

In beiden Klassen ist das vorderste der fünf Aortenbogenpaare schon verschwunden, ehe das hinterste auftritt; man hat deren also höchstens vier gleichzeitig wahrgenommen, davon bleiben weiterhin nur die drei hinteren. Bei den Vögeln bleibt, wie oben gesagt, das vorderste dieser drei Paare nur in den Trunci anonymi oder Arteriae brachiocephalicae erhalten und wird sammt den ihm angefügten Resten der vorderen geschwundenen Bogen im Karotidensystem dem rechten zweiten Bogen zugetheilt, welcher Aortenbogen bleibt. Links sollte nach v. Baer der zweite Bogen Pulmonalarterie werden, indem der dritte, erst schon schwach, schwinde. Die rechte Pulmonalarterie aber entstehe aus dem dritten Bogen rechts. So wären einmal die beiden ersten Bogen und der zweite rechts einander zugetheilt, jene würden mit diesem ihren Ursprung aus der linken Kammer bekommen, da die Gefässwurzel sich mit dem Herzen dreht; auf der andern Seite würde der rechte dritte Bogen mit dem zweiten und dem dritten der linken Seite, wie physiologisch zusammengenommen, so auch gemeinsam in gedachter Verdrehung der rechten Kammer überwiesen. Dass der zweite Bogen links A. pulmonalis werde, hätte kein grosses Bedenken, der Botallische Gang würde ihn in den Stand setzen, für den dritten einzutreten, welcher etwa in der starken Drehung am meisten eingeengt, oder am ungünstigsten für den Blutstrom gelagert zu denken wäre. Das braucht auch nicht zu hindern, dass diese beiden Pulmonalstämme ungleicher Abkunft sich einen gemeinsamen Stamm ausziehen. Doch ist Rathke bestimmt anderer Meinung, dahin, dass beim Hühnchen wie bei den Eidechsen jeder letzte Bogen eine Pulmonalarterie stelle und diese beiden Arterien sich gut entwickeln, und scheint dieses das Richtige. Man mag für die linke Seite die Verkümmerung des zweiten oder des dritten Bogens annehmen, so ist der Zustand des Vogelherzens mit Ursprung nur der Pulmonalarterie aus dem rechten Ventrikel durch solche Verkümmerung leicht aus dem der Krokodile abzuleiten.

Das Herz der Vögel ist stets kegelförmig, gross, mit dem Gewichte im Verhältnisse zum Körpergewichte, besonders bei guten Fliegern 1% erreichend; es macht wohl stets mehr als 100, häufig mehr als 200 Schläge in der Minute. Die linke Kammer wölbt sich stark gegen die rechte vor, ist sehr muskelstark und wird von der rechten halbmondförmig umgriffen.

Der rechte Vorhof hat in der weiten Auricula Muskelleisten, welche fadenförmig oder kammförmig in kleinere Falten ausstrahlen, Musculi pectinati, und zwischen diesen Höhlen. Die untere Hohlvene mündet zwischen zwei scharfen, weit in das Atrium einragenden Falten, welche gegen die Atrialscheidewand konvergiren und an deren oberem Theil befestigt sind. Dieser Klappenapparat scheidet die in dem oberen Atrialtheil mehr aussen, rechts liegende Mündung der rechten oberen Hohlvene von der im untern Abschnitte, mehr median, links liegenden der linken oberen Hohlvene für den dorsalen Theil des Atrium von einander. Der Aurikularsack streckt sich nach links, medianwärts, hinter die Aorta, wo er straff befestigt eine übermässig schlaffe Ausdehnung nicht erhalten kann. Jene Lagerung der unteren Hohlvene seitwärts zwischen den beiden oberen Hohlvenen, so dass die linke unter diesen mehr rückwärts oder mehr nach unten als die untere Hohlvene mündet, ist ein guter Nachweis der Lagerungsveränderung der Theile des Herzens. Diese Mündungsstelle der linken oberen Hohlvene ist also von links nach unten gezogen. Die Vene verliert damit den guten Weg und tritt dem Eingehen nahe. Die Klappe umfasst an der rechten oberen Hohlvene ähnlich einen Schlitz, wie an der unteren, die Mündung der linken oberen Hohlvene ist nur gegen rechts und hinten durch eine schwache Klappe geschützt, welche sich mit der Wurzel derer der unteren Hohlvene gegen die Atrialscheidewand hin verbindet. Nach innen liegt der untere Theil dieser Wand; nach vorn und aussen trifft der Blutstrom sofort auf die Atrioventrikularöffnung. Hier ist an der Hinterwand, unter der Klappe der V. cava sup. sinistra vorkommend, ein besonders kräftiger Muskelwulst mit gegen das Atrium aufsteigender und gegen das Foramen absteigender Fiederung. Der Effekt seiner Kontraktion wird den Vorhof von oben gegen das Foramen zusammendrücken und zuletzt ringförmig über dem Foramen einschnüren. Indem von dem unter der Mitte gelegenen

Fig. 237.



Herz von Grus leucauchen Temmink, dem japanischen Kranich, in natürlicher Grösse, nach Wegnahme der rechten Aussenwand; rechter Vorhof und rechter Ventrikel sind geöffnet.
bc. Arteriae brachiocephalicae. a. a. Aorta. cs. Vena cava superior sinistra. s. Deren Mündung im Vorhofe. csd. Vena cava superior dextra., d. Deren Mündung im Vorhof. c. Vena cava inferior. i. Deren Mündung im Vorhof. p. Arteria pulmonalis. vm. Rechte, muskulöse Atrioventrikularklappe. vs. Theil der Semilunarklappen der Pulmonalarterie. Die Pfeillinie bezeichnet die Richtung des Blutstroms.

Theile der Atrialwand und der Hinterwand des Atrium die Muskulatur in den Stiel eindringt, an welchem die Klappen der unteren Hohlvene und der oberen linken gemeinschaftlich befestigt sind, diese Muskulatur aber mit der der Wände zugleich sich kontrahirt, werden die Klappen, auch wenn die Punkte der Peripherie sich einander nähern, doch gespannt bleiben. Grade die Annäherung der Punkte in der Peripherie wird sie dabei gegen einander drängen. Auf die Klappen der rechten oberen Hohlvene wirken in gleicher Weise Muskeln, welche von dem oberen Theil der Atrialscheidewand und der Hinterwand eintreten. Die Ränder dieses Klappenapparats gehen in die Ränder des an der unteren Hohlvene, der vordere jenes in den vorderen dieses, der hintere jenes gegabelt in den vorderen und hinteren dieses so über, dass in der Kontraktion die Klappenränder zusammen als zwei sich deckende Bogenlinien, eine vordere und eine hintere, erscheinen. Dieser Bogen steht auf der Atrialscheidewand mit der Oeffnung auf und begränzt von vorne den Eingang zum Herzohr. So wird dieses zwar das Blut der ihm zugewendeten unteren Hohlvene sammeln, aber in der Kontraktion nicht leicht dasselbe zwischen den scharf zusammengezogenen und gespannten Faltenrändern zurücktreiben. Das Aurikularblut wird vielmehr über den unteren Faltenkamm weg zur Atrioventrikularöffnung gelangen. Das Blut der rechten oberen Hohlvene fliesst direkt mehr aussen, das der linken, wie gesagt, direkt unten auf das Foramen zu. Diese besondere Darstellung habe ich nach dem Herzen des japanischen Kranichs gemacht. Die Verhältnisse der Vögel sind in den Hauptzügen dabei sehr ähnlich, aber die besten Flieger haben die bestimmteste Ausprägung solcher Einrichtungen.

Als eine Auszeichnung der Vögel, allerdings nicht ohne Vermittlung, wird es angesehen, dass ihre rechte Atrioventrikularklappe muskulös ist, statt, wie bei Säugern, nur durch an sie gehende Papillarmuskeln in ihrer Haltung bestimmt zu werden. Man kann an dieser Klappe denjenigen Theil, welcher dem gewöhnlichen entspricht, als häutige Fortsetzung der Atrialwand über den gedachten Muskelring hinaus, von dem muskulösen, dem Ventrikel zugewendeten Theile abpräpariren und aus der Abgränzung erkennen, dass der Muskelbeleg der Klappe dadurch zugetheilt wird, dass von der Einschnürung gegen das Atrium aus die Muskelwand des Ventrikels sich einwärts und zurück schlägt und die Klappen begleitet, oder wie Stannius es sehr gut ausgedrückt hat, eingekrempt ist.

Diese Klappe bildet einen Bogen, welcher mit seinen Wurzeln auf der Ventrikularscheidewand aufsteht, sie senkt sich, wenn man sie mit dem betreffenden Theile der Scheidewand zusammengenommen denkt, trichterartig in den Ventrikel. Sie lässt gegen die Spitze den übrigen Kammerraum nach aussen von sich selbst und von rechts über vorn nach links halbmondförmig umgreifend. Aus dessen oberem linken Winkel entspringt die Pulmonalarterie. Die Blutbahn ist also als zunächst gegen die Herzspitze durch

den Trichter und dann über dessen unteren freien Rand weg in die Kammer. in dieser später nach Links gehend und zur Basis zurückkehrend zu denken. In dem dargestellten Falle ist der freie Rand durch einen starken von der Aussenwand des rechten Ventrikels herkommenden Muskelpfeiler unterbrochen, dessen Kontraktion den unteren Theil der Klappe sehr fest gegen die Scheidewand ziehen muss. Diesem und den weiter hinten gelegenen, minder vollständig abgelösten Muskelbalken am unteren Klappenende wirken entgegen die oberen eingekrempten Muskelfasern, welche zugleich der Aussenwand behülflich sind, das Blut auszupressen. Da beim Uebergange dieser in jene der Verlauf ein sehr schräger ist, so gesellt sich der Spannung der Klappe sogar eine Einschnürung der Atrioventrikularöffnung. Dieser Apparat ist die stärkste Modalität, welche man für die Sicherung des Kreislaufs hat; die Klappe hindert nicht nur den Rücktritt des Bluts zum Atrium, sondern hilft dasselbe austreiben, den Widerstand überwinden. welchen der Kreislauf in den wechselnden Druckverhältnissen der Lungen hin und her, auf und ab im Fluge schiessender oder tauchender und dabei die Athmung abschliessender Vögel findet.

Die Pulmonalarterie hat an ihrer Wurzel drei Klappen und kann man diese Zahl, gegenüber der bis dahin gefundenen Beschränkung auf die Zweizahl und in Verbindung mit der gleichen Veränderung für die Aortenwurzel möglicherweise aus einem Antheil ableiten, welcher herrühre von einem eingegangenen Aortenbogen. Klappen und Wände der Arterien können stützende Knorpel und Knochen enthalten.

Die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Bernays über die Atrioventrikularklappen haben bestätigt, was übrigens morphologisch klar lag, dass die Art, wie die muskulöse Kammerwand sich mit den endokardialen Klappenbogen verbindet und die Entwicklung spongiöser Herzmuskulatur zu Trabeculae carneae, dieser zu Papillarmuskeln und die Herstellung von keine Muskellage mehr enthaltenden Chordae tendineae etwas sehr Sekundäres seien. Derartige Differenzirungen gehören auch nicht allein den Klappenbefestigungen an.

Die Muskelklappe ist am vollständigsten bei guten Tauchern und guten Fliegern, am schwächsten bei den flugunfähigen Cursores, so dass sie bei Apteryx stellenweise häutig wird, und ihre Muskulatur zu Chordae tendineae verkümmert.

Im linken Vorhof ist gleichfalls ein der Medianen zugewendeter, oberer Theil als blindes Herzohr abgesondert und gegen das rechte Herzohr stramm hingezogen. Darunter weg richtet sich die gemeinsame Mündung der Pulmonalvenen von der Medianen her nach Aussen und abwärts auf das Foramen atrioventriculare sinistrum zu. Die obere Wand dieser Oeffnung ist von der Auricula getrennt durch eine scharf vorspringende, von der äusseren und hinteren Wand nach einwärts, vorn und unten gegen die Atrial-

scheidewand gespannte Falte, in welche die Wandmuskulatur eindringt. Die untere Wand der Venenöffnung geht in die hintere Abtheilung der Mitralklappe über, auf welcher das Lungenvenenblut glatt in das Foramen atrioventriculare einströmt, allerdings etwas mit einer Richtung auf die Kammerscheidewand zu, so dass es an dieser zunächst zur Herzspitze hinabfliessen, und von dieser wieder rückwärts getrieben werden muss. Auch die linke Auricula hat Kammmuskeln.

Fig. 238.

Herz von Grus leucauchen Temmink nach Wegnahme der linken Aussenwand von hinten und links; linker Vorhof und Ventrikel sind geöffnet, der rechte Ventrikel ist eben angeschnitten.
bc. Arteriae brachiocephalicae. cs. Vena cava superior sinistra. csd. Vena cava superior dextra. c. Vena cava inferior. a. Aorta. p. p. Aeste der Arteria pulmonalis. vp. Mündung der Lungenvenen im linken Vorhof. mi. Valvula mitralis. e. Ausgangsrichtung des linken Ventrikels zur Aorta. vd. Angeschnittener rechter, umfassender Ventrikel.

Die linke Atrioventrikularklappe ist zum grossen Theile häutig, die freien Ränder sind unregelmässig und durch Chordae tendineae an der Muskelwand befestigt, welche sich allerdings in mehr oder weniger kräftigen Musculi papillares oder Fleischbalken frei machen kann, so grade beim Kranich und beim Strausse. Die Klappe ist in der Regel zweitheilig, gleich der der Säuger wegen der zwei in seitliche Zipfel auslaufenden Klappentheile als Valvula mitralis, Bischofsmützenklappe, benannt. Es können bei stumpferen Herzen drei Theile unterschieden werden.

Das Blut muss, um zur Aorta zu kommen, unter demselben Klappentheile durchgehen, über welchen weg es in den Ventrikel gelangt ist. Die Zugrichtung der Muskeln und Chordae an den Klappen führt dem entsprechend die Klappenränder mehr nach Aussen und drängt sie gegen einander. Die Klappenhälfte zwischen Aorta und Vorkammer, beziehungsweise Pulmonalvenenöffnung, ist viel breiter als die äussere und dieser äussere Theil kann auf jenem bei verschiedenen Graden der Kontraktion gleiten, ohne den Schluss zu verlieren.

Die Aortenwurzel hat drei tiefe Taschenklappen, welche die Bahn zwischen sich im Durchschnitte der Klinge eines dreischneidigen Degens gleich machen, an welchem die Seiten tief ausgehöhlt sind. Der Grund der einen Klappe sieht gegen die Ventrikularscheidewand und man kann sie dem Aortenbogen zutheilen, welcher im Anfang eher mehr nach vorne gestellt ist, als die brachiozephalischen Arterien; die anderen beiden Klappen theilen

den Raum links und hinten und entsprechen den Arteriae brachiocephalicae. Ueber den Klappen von rechts und links liegen die Oeffnungen der Herzarterien.

Die Vögel haben embryonal zwei Botallische Gänge zwischen ihren zwei Lungenarterien und den zwei primitiven Aortenbogen. Dieselben sind schon geschlossen, wenn der linke Aortenbogen eingeht, und verschwinden nach Beendigung des Fruchtlebens spurlos.

Das Herz der Vögel liegt stets in der Mittellinie und drängt, da es einen grossen Theil des Brustraums hart am Brustbein einnimmt, die Lungen gegen den Rücken. Der Herzbeutel ist zart aber fest, erstreckt sich zwischen die Leberlappen und ist mit den Luftzellen verwachsen. Die Muskelwand des rechten Ventrikels erscheint als ausschliessliche Fortsetzung des äusseren Theils der stärkeren Muskelwand des linken.

Bei den Säugethieren, glaubte von Baer, werde, während der linke Bogen des mittleren der restirenden Paare Aorta wird, das hintere Paar rechts und links zur Pulmonalarterie gebraucht. Auch hier hat es Rathke anders gefunden, nämlich, dass wie bei den Schlangen nur der rechte, so bei den Säugethieren nur der linke letzte, fünfte, beziehungsweise dritte Bogen Pulmonalstamm werde, aber mit gleichmässiger, oder fast gleichmässiger Entwicklung seiner beiden Zweige. Hierfür stimmt die Existenz nur eines Botallischen Ganges. Der Hauptunterschied gegen die Vögel ist die Verwendung des linken mittleren Bogens zur Aortenwurzel statt des rechten. Diese Bevorzugung des linken Bogens hat v. Baer daraus abgeleitet, dass bei dem Säugerherzen bei Auftreten der Kammerscheidewand die Kammern bereits mehr neben einander liegen und so der Strom aus der linken Kammer mehr nach links gerichtet sei.

Die schliessliche Gegensetzung der Pulmonalgruppe gegen die Aortengruppe ist ganz so vollständig, wie bei den Vögeln. In einer frühen Embryonalzeit aber, so lange die Lungenästchen noch schwach sind und die Verbindung der linken Seite mit der Aorta überwiegt, erscheint, wie Bischoff schildert, der Pulmonalstamm sammt seinem etwaigen Antheil aus verkümmertem rechten mittleren Bogen als eine aus dem rechten Ventrikel entspringende Aorta. Diese überwiegt zunächst die linke Aorta, den Kommunikationszweig, welchen der aus dem linken Ventrikel entspringende, zunächst den Vorderkörper versorgende, aus den beiden vorderen und dem mittleren linken Bogen entstandene Stamm gegen sie zur Bildung der Aorta thoracica entsendet. Sie erscheint als mächtigere rechte Aortenwurzel. Während die Lungen sich entwickeln, dreht sich das Verhältniss um, der linke Ramus communicans wird dem rechten und seinen vorderen Aesten überlegen, wird die linke bleibende Aorta; die rechte sinkt zum Ductus Botalli herab und obliterirt nach der Geburt. In einem ersten Theil des embryonalen Lebens wird also das Blut des rechten Ventrikels den Hinterkörper allein oder fast allein speisen. In den rechten Ventrikel gelangt

bequem das Blut des vorderen Hohlvenensystems oder erst der Quervenen. Das Blut der unteren Hohlvene dagegen mit dem omphalischen und umbilikalen Antheil wird durch die Art der Mündung in das rechte Atrium hinüber zum linken Atrium, dann in den linken Ventrikel und durch die linke Aorta zum Vorderkörper geleitet.

So findet ein regelmässiger Wechsel der Zirkulation zwischen Vorderkörper und Hinterkörper, diesem einschliesslich der peripherischen ernährenden und athmenden Ausbreitungen statt. Die beiden Ströme kreuzen sich im Herzen, sind dabei aber nicht so vollständig geschieden, dass nicht ein Uebertreten aus dem einen in den andern stattfinden könnte. Wenn der linke Aortenbogen überwiegend geworden ist, tritt im Embryo mehr das gesammte Venengebiet dem gesammten Arteriengebiet entgegen mit Ausschluss der Lungengefässe, welche einen Nebenstrom, und zwar, obwohl sie dann schon umfänglich sind, doch wegen des Widerstandes einen trägeren bieten. Das Blut für die Lungen wird dabei beim Austritt aus dem Herzen gewonnen aus dem rechten Ventrikel, also vorzüglich vom Blute des Vorderleibes. Beim Rücktritt ins Herz mischt es sich im linken Vorhof mit dem venösen Strome aus dem Hinterkörper. Ausser der so gegebenen Begünstigung der Vermischung des Blutes verschiedener Herkunft ist dieser Lungenkreislauf in solcher Periode für die Gesammtbeschaffenheit des Blutes ohne Bedeutung, nur für den Aufbau der Lungen wichtig.

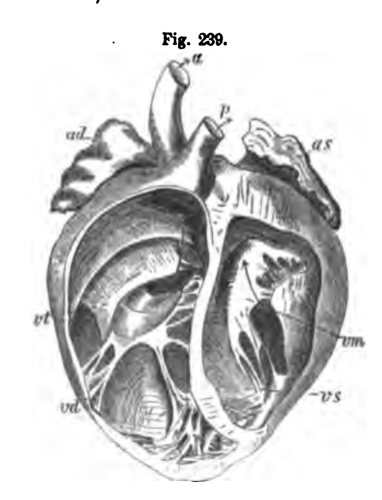
Schliessen sich nach der Geburt Foramen ovale und Ductus Botalli, so wird der direkte Uebertritt des venösen Blutes vom rechten Herzen zum linken Herzen oder zur linken Aorta unmöglich. Der Lungenkreislauf schiebt sich zwischen den venösen und den arteriellen grossen Kreislauf unvermeidlich ein. Er gliedert sich selbst in einen venösen und einen arteriellen Theil. Da mit der beginnenden Athmung die Kapillaren der Lungengefässe dem Blut gestatten, sich mit Sauerstoff zu schwängern und die Kohlensäure abzugeben, bekommt das aus den Lungen zum Herzen strömende Blut denjenigen Charakter, welchen man in dem Blute der Körperarterien wahrnimmt. Es ist ja die einzige Quelle des Körperarterienblutes, ist mit ihm identisch. So sind die Gefässe, welche das Blut von den Lungen zum Herzen führen, zwar der Stromesrichtung und der Wandbeschaffenheit nach Venen, widerstehen einer Rückstauung wenig durch Elastizität, aber dem Inhalte nach stehen sie zu den Arterien, sie sind Venae arteriosae. Andrerseits empfängt die Lungenarterie, welche in der Elastizität ganz Arterie ist und den Stoss des Herzens gut fortpflanzt, nur venöses Körperblut, sie nimmt dessen Gesammtheit auf, sie ist eine Arteria venosa.

Die Persistenz des Foramen ovale scheint sehr leicht einzutreten, wenn im Anfange des Lebens nach der Geburt Störungen in der Athmung eintreten. Ist eine gewisse Zeit vergangen, so ist die Möglichkeit des Verschlusses dieses Loches unter Anwachsung der Klappe nicht mehr gegeben, es bleibt offen.

Säuger, welche tauchen oder sich einrollen, sind dieser Anomalie vielleicht häufiger unterworfen, aber regelmässig ist das Offenbleiben bei keinem Thiere dieser Klasse. Auch ich kann bestätigen, dass bei erwachsenen Seehunden und Walen der Verschluss vorhanden ist. Besonders vollständig verschwinden die Spuren des Loches bei den in sonst sehr unvollkommener Entwicklung zur Athmung kommenden Beutelthieren; bei den Monotremen ist hingegen die Fossa ovalis sehr deutlich, kaum wegen längerer Dauer des intrauterinen Lebens, wie es Owen meint, als vielmehr aus postfötalem längerem Offenbleiben des Loches.

Das Herz der Säuger liegt zwischen den beiden Lungenhauptabtheilungen hinter dem Brustbein in dem durch das Zwerchfell von der Leibeshöhle abgesonderten thorakalen Raume. Es befestigt sich die Spitze des Herzbeutels mehr oder weniger fest am Zwerchfell, die Seiten stossen an die Pleuraüberzüge der Lungen, welche vor ihm und hinter ihm auch noch die Mittelfellräume zwischen sich lassen. Bei Säugern mit seitlich komprimirtem Brustkasten, schmaler Brust, ist auch das Herz schmal, am meisten konisch bei Wiederkäuern. Im Ganzen aber ist es breiter als bei den Vögeln, oft rundlich, am breitesten bei den Wasserbewohnern.

Fig. 239.



Herz von Hyaena crocuta Linné, von vorne geöffnet, halbe natürliche Grösse.
a. Aorta. p. Art. pulmonalis. ad. Auricula dextra. as. Auricula sinistra. vt. Valvula tricuspidalis, hier aber nicht bestimmt dreitheilig. vd. Rechter Ventrikel. vs. Linker Ventrikel. vm. Valvula mitralis.

Bei diesen breiteren Gestalten liegt es mit der Spitze mehr nach links, bei schärferem Bau und Bildung einer Aorta anterior median und grade. Beim menschlichen Embryo ist das Herz Anfangs gerade gelagert. Die Schiefstellung entwickelt sich vom vierten Monat des Fötallebens ab.

Seine Abtheilungen sind freier und grösserer Erweiterung fähig als bei den Vögeln. Am wenigsten zusammengefasst erscheinen dieselben bei den Sirenen, deren Herz, besonders das von Halicore, an der Spitze tief gespalten ist. Der Auriculartheil der Atrien erhebt sich frei, gleich einer Mütze mit gekerbtem Rand und an der Basis eingeschnürt.

Dass häufiger die obere Hohlvene nur einfach in das Herz mündet, bedingt für die Einrichtungen im Herzen keinen erheblichen Unterschied, da die Vena magna cordis an die Stelle des linken Stammes und deren Mündung in ein gleiches Verhältniss zu der der Cava posterior tritt. Die den Blutstrom der letzteren im Embryo richtende und die untere Hohlvene von der linken vorderen oder der Herzvene son-

dernde Klappe bekommt den Namen der Valvula Eustachii. Die obere Klappe der unteren Hohlvene findet sich nur bei wenigen Säugern, nach Owen bei dem grossen Ameisenfresser und dem Elephanten, aber auch die Eustachische Klappe und die Klappe der linken Hohlvene oder Herzvene, Valvula Thebesii, können verschwinden, wie erstere überall sich postembryonal verringert. So haben die Cetaceen und die Nashörner beide Klappen nicht und die meisten Fleischfresser, auch Phoca, entbehren der Eustachischen, welche auch beim Menschen sehr verschieden sich verhält. Auch für das Tuberculum Loweri, welches die Mündung der rechten oberen Hohlvene von der der unteren scheidet, bestehen Verschiedenheiten. Die Anwesenheit zweier oberer Hohlvenen scheint seiner Entwicklung eher im Wege zu sein.

Die Verschiedenheiten der Atrioventrikularklappe lassen die gewöhnliche Dreitheilung, auf welcher hier der Name derselben als Trikuspidalklappe beruht, als nur eine der möglichen Modifikationen erkennen. So erscheint diese Klappe bei den Monotremen aus zwei häutigen Theilen zusammengesetzt und, indem die muskulösen Befestigungen bei Ornithorhynchus sich mit breiten Rändern mit den membranösen Klappen verbinden, ist dessen Klappe im Ganzen der der Vögel ähnlicher. Auch bei Nagern kann diese Klappe zweitheilig erscheinen; bei Raubthieren und Schweinen finden sich schwächere Befestigungen in grösserer Zahl neben den drei hauptsächlichen, besonders gegen die weniger entfernte Herzscheidewand hin. In der Regel allerdings zeichnen sich drei Musculi papillares aus und gliedern durch die Zusammenfassung je einer Anzahl von Chordae tendineae die Klappe in drei Zipfel. Von diesen liegt einer gegen die Scheidewand, zwei liegen nach aussen, einer von diesen vorn, der andere hinten.

Die Pulmonalarterie hat überall drei Taschenklappen, Valvulae semilunares, deren Verschluss durch eine Anschwellung in der Mitte des freien Randes, Nodulus Arantii, verstärkt wird. Bei dem Döglingwal Hyperoodon, fand Hunter diese Klappen weicher und nachgiebig.

Die Vereinigung der Lungenvenen in einen Stamm ist selten, beim Dugong und beim Hamster, gefunden; meist hat die linke Vorkammer mindestens zwei venöse Oeffnungen, so bei Monotremen, Marsupialien, manchmal beim Menschen, häufiger mehr, drei oder vier, auch unregelmässig in Zahl, so beim Pferd fünf bis acht, meist sieben, beim Rinde drei bis sieben, indem die mehrere Aeste zusammenfassenden Stämme sehr kurz sind, so dass die Mündungen der Aeste bei kleiner Veränderung alsbald in der Vorhofwand liegen.

Die Zweitheilung der linken Atrioventrikularklappe in der Form der Valvula mitralis ist bei den Säugern allgemein. Ein hinterer äusserer Klappentheil scheidet den Einfluss der Lungenvenen und die venöse Oeffnung von einer Art Rezess des Herzens; ein vorderer innerer scheidet die venöse Oeffnung von dem arteriellen Ausgang. Dieser, der Flächenvertheilung der

membranösen Klappe entsprechenden Eintheilung ist die Vertheilung der Befestigung der freien Ränder durch Chordae an Musculi papillares nicht adäquat. Vielmehr gehen die Chordae der beiden so geschiedenen Klappentheile. so weit sie hinten und innen liegen, an einen Muskelpfeiler am Uebergang der Hinterwand in die Aussenwand, soweit sie aber vorn und aussen liegen. an einen solchen am Uebergang der Aussenwand in die Vorderwand. So muss die Verkürzung der Papillarmuskeln bei der Kontraktion der Kammer die Klappe an den Enden des Schlitzes anspannen, welcher selbst durch die Ringkontraktion eingeengt wird und die Ränder dachförmig gegen einander drücken. Die freien Flächen sind ausgedehnt genug, um erheblicher Verschiebung der Theile gerecht zu werden. Die gespannten Papillarmuskeln gestatten nicht, dass die Klappen vor dem Blutdruck gegen das Atrium hin überschlagen. Längs der Dachflächen der geschlossenen Klappe, besonders längs der nach vorn und innen gewandten wird das Blut bequem zur Aorta geleitet; der Druck der Klappen in Spannung der Papillarmuskeln hilft auspressen. Surmay hat hervorgehoben, dass dieser Verschluss ein aktiver, nicht durch das Gegendrängen des Blutes veranlasster sei und dass ein Theil der Bedeutung der Arbeit der Papillarmuskeln darin liege, dass sie die Klappentheile von den Wänden, gegen welche sie beim Einströmen des Blutes angedrängt würden, wieder ablösen.

Die Semilunarklappen der Aorta verhalten sich wie die der Pulmonalarterien. Für die über ihnen gewöhnlich getrennt aus der Aorta austretenden beiden Kranzarterien hat der Elephant nach Camper einen gemeinsamen Ursprung.

Die Zusammenziehungen des Herzens geschehen für die rechten und linken Abtheilungen entweder ganz gleichzeitig oder mit einem unbedeutenden Vorgehen der rechten Seite. Sie beginnen von der Basis oder, wenn die quergestreifte Muskulatur sich auf die Hohlvenen innerhalb des Herzbeutels oder selbst über diesen hinaus fortsetzt, von diesen Venen aus. Die Vorhöfe gehen den Ventrikeln voraus, diese folgen unmittelbar. Dagegen bleibt nach der Zusammenziehung, Systole, dieser, eine Pause bis zur nächsten Systole der Vorhöfe, während welcher die Vorhöfe erschlafft sich wieder ausdehnen und die Kammern hierin nachfolgen, Diastole. So nimmt die Systole der Kammern $^2/_5$, die der Vorhöfe einen noch geringeren Theil der Zeit ein. Die Arbeit der Vorhöfe ist gering und entleert das aufgenommene Blut nur theilweise. Der Rückstoss in den Venen kann als Venenpuls empfunden werden. Die Arbeit der Kammern ist energisch, sie können bis auf den letzten Tropfen entleert werden. Die Systole treibt auch das venöse eigene Blut der Herzwände aus und die Diastole lässt das der Kranzarterien in den Herzmuskel eintreten. In der Systole stellt sich ein schief liegendes Herz mehr grade, verkürzt sich, die Spitze hebt sich und schlägt gegen die innere Wand des Thorax bei Erregung und gewissen Herzkrankheiten heftig an. Volckmann bestimmte die mit jeder Systole in der Aorta des

Menschen gehobene Blutmenge auf $^1/_{400}$ des Körpergewichts. Hieraus, mit Veranschlagung der Arbeit des rechten Ventrikels auf ein Drittel davon, und aus der Druckhöhe mit 250 mm. Quecksilber berechnet sich die vierundzwanzigstündige Herzarbeit des Menschen von 75 Kilogramm Gewicht auf über 30,000 Kilogrammometer. Sie ist also gleich einer Hebung des ganzen Körpers auf mehr als tausend Fuss Höhe. Vermehrte Widerstände in der Zirkulation, namentlich in thätigen Muskeln, füllen die Kranzarterien stärker, beschleunigen den Rhythmus, machen, wenn zu stark, das Herz hypertrophisch. So steigert sich bei Rennpferden das Herzgewicht bis über 20 Pf., während es bei gewöhnlichen Pferden kaum 1 % des Gesammtgewichts beträgt.

Die Grösse des Herzens ist eher bedeutender bei kleinen Säugern als bei grossen, aber die Verhältnisse sind nicht ganz einfach, weil ein weiteres Herz nicht entsprechend fleischiger und ein fleischigeres wegen Ungleichheit der Qualität der Muskeln nicht entsprechend stärker zu sein braucht. Das Verhältniss zum Körpergewicht mag sich zwischen $^1/_{100}$ und $^1/_{500}$ bewegen. Ich schätze, dass bei dem von mir zerlegten indischen Elephanten letztere Proportion nicht überschritten wurde.

Das Herz pulsirt bei erwachsenen Thieren langsamer als bei jungen, bei grossen, sei es derselben Art, sei es aus anderen Arten, langsamer als bei kleinen. Der Pulsschlag des Menschen fällt von einer anfänglichen Zahl von durchschnittlich 135 Schlägen bis zum siebzigsten Lebensjahre meist auf wenig über 60 in der Minute herunter. Ich sah ihn bei einer bejahrten Dame bis auf 27 herabgehn. Während der Esel etwa 150 Schläge in der Minute hat, zählt man bei einem ruhigen Pferde zwischen 36 und 40; während das Schaf und ein junges Rind es auf 60—80 bringen, hat das ältere Rind unter 60. Kleinste Nager, wie die Haselmäuse, haben 175. In Folge von einfachen Bewegungen, Laufen, bei Rindern schon allein beim Wiederkauen, von Aufregungen und von Krankheiten, welche die Hemmungsnerven des Herzens lähmen, kann die Zahl der Schläge sehr zunehmen. Ich habe deren bei einem kranken Kinde, welches doch wieder genas, 220 und bei einem übereifrigen Pferde nach raschestem Traben 160 gezählt. Wenn Eschricht bei Phocaena, einem kleinen Wale, 150 Schläge in der Minute fand, so wird das zweifellos auf den Zustand des gefangenen und aus seinem Element genommenen Thieres, aber nicht auf seine gewöhnliche Natur zu schieben sein. Robinson hat berechnet, dass die Zeit, welche das Herz für eine Pulsation gebrauche, durch eine Formel mit dem veränderlichen Faktor der Körperlänge ausgedrückt werden könne. Die Formel ist dann von verschiedenen Autoren nicht gleich bestimmt worden. Sie gilt nur für den Menschen und es lässt sich bei der Menge mitwirkender Motive von einer solchen kaum etwas Weiteres, als die Dokumentirung einer bestimmten Richtung der Veränderung erwarten.

Ein Lymphgefässsystem wird vom Blutgefässsystem nur bei Wirbelthieren mit rothem Blute unterschieden. Die Unterscheidung verlangt einen gewissen Grad der Vollendung des Blutgefässsystems und seines Inhalts, dann die Verbindung des aus Spalten zwischen Organen und in Geweben hervorgehenden Hohlraumsystems mit dem Blutgefässsystem. Der Mangel der Unterscheidbarkeit bei den Wirbellosen beruht bald an der einen, bald an der anderen Stelle. Entweder sind die Kapillarsysteme der Blutgefässe nicht geschlossen; Räume, welche bei Wirbelthieren etwa Lymphräume geben könnten, treten für die Blutkapillaren mit ein; oder die rothen Blutkörperchen fehlen und Lymphe und Blut sind nicht wohl zu unterscheiden; oder die Periviszeralhöhlen kommuniziren überhaupt nicht mit den Blutgefässen. Noch beim Amphioxus fehlt aus Mangel an rothen Körperchen und Unfindbarkeit der Kapillaren die Unterscheidung.

Ueber dieses System ist Prinzipielles schon oben (pag. 343 und 356) gesagt worden.

Was seine Entstehung betrifft, so sah Götte im Batrachierschwanz die Lymphgefässe ähnlich wie die Blutgefässe aus Netzen erst solider, dann ausgehöhlter Zellen und Fasern entstehen. Diese Röhrensysteme schlossen sich einem Gefässstamm an, welcher zu entstehen schien aus dem Schwanzdarm, einer röhrigen Fortsetzung der Darmanlage in den Schwanz, zwischen Aorta und unterer Schwanzvene. Hier hätten wir also einen Ursprung des Hohlraums eines Gefässes aus dem vom Endoderm umschlossenen Raume, ähnlich der Verbindung des Gefässsystems von Coelenteraten mit den Verdauungshöhlen, wie wir es pag. 320 postulirten, ein Postulat, welchem allerdings die Bildung des Herzens auch einigermassen gerecht wurde. Dieser Lymphstamm schnüre sich dann vom Darme ab, seine inneren Zellen würden isolirt zu Lymphkörperchen, die peripherischen zur Gefässwand. Er trete vorn in Verbindung mit den Cardinalvenen, zwischen welche er eingeklemmt sei und in welche er seine Körperchen abfliessen lasse. Die feinsten Bindegewebslücken, letzte Reste der ursprünglichen Interstitien, bildeten am Rumpfe die Saftkanäle. Grössere Lücken, ausgekleidet durch umgewandelte freie Bildungszellen, in unserem Sinne junge Epithelien, bildeten die Gefässe und Lymphräume. Auch das Häufchen Zellen, aus welchem die Milz hervorgeht, und die ersten weissen Blutkörperchen, schienen direkt abzustammen von Dotterbildungszellen. Nachträglich entwickelten sich die Blutgefässe der Milz. Gleiches wird für Lymphdrüsen und Lymphdrüsenantheile anderer gemischter Drüsen anzunehmen sein. Solche sind Stätten, an welchen die embryonalen Mittel der Blutproduktion sich längere Zeit in Fortpflanzung erhalten.

Die Untersuchungen über Verbreitung und Anordnung des Lymphgefässsystems sind erschwert worden durch die unregelmässige [illegible] Kommunikation mit Körperhohlräumen und Gewebslücke[illegible] barkeit, die geringe Wandstärke, die Behinder[illegible]

Klappen bei den höheren Wirbelthieren, die Unterbrechung der Bahn durch die Wundernetzbildung in Lymphdrüsen.

Im Allgemeinen kann das Lymphgefässsystem als reicher angesehen werden, als das System der venösen Blutgefässe. Es begleitet nicht allein die Blutgefässe, sondern es dehnt sein Gebiet über sie hinaus und umstrickt oder umscheidet dieselben. Die Wurzeln bilden wohl überall Netze; auch an grösseren Zweigen und Hauptstämmen fehlen Netzbildungen und Kommunikationen nicht. Blinde Schlauchanhänge, solide Stränge und Nester gesellen sich in den drüsigen Theilen.

Das Lymphgefässsystem, welches nur aufnimmt und dem Blute das Aufgenommene zuführt, aber erst durch das Blut wieder den Organen, mit Ausnahme der Lymphdrüsen, für welche es Vasa afferentia und efferentia bildet, entwickelt sich da, wo am meisten aufzunehmen ist, am reichsten. Das geschieht auf zwei Grundlagen.

Die eine ist die der Nothwendigkeit der Abfuhr der Verbrauchstoffe aus den Geweben. Es erscheinen hierfür die Lymphgefässe wichtiger, als die Blutgefässe, was die in den Flüssigkeiten sich lösenden festen Bestandtheile betrifft. Das Blut besorgt alle Zufuhr. Für die Abfuhr nimmt es allerdings die Kohlensäure mit besonderer Geschwindigkeit und zum grössten Theile durch die besondere Energie der rothen Körperchen mit sich. Im Uebrigen aber stellt sich für die Abfuhr die Lymphe viel bequemer.

Die durch die Wände der Kapillaren gedrängte Flüssigkeit, welche die Ernährung besorgt, kann bis auf die dabei an die Gewebe abgegebenen Bestandtheile und nach Hinzutreten der gelösten Verbrauchstoffe nicht wohl anders, als den Lymphgefässen anheim fallen, um von ihnen zum Theil erst nach weiterer Behandlung sekundär ins Blut geführt zu werden. So sind diejenigen Stellen des Wirbelthierleibes reich an Lymphgefässen und bilden grosse Stämme, an welchen durch Muskelarbeit und Anderes viel Verbrauchstoffe geliefert werden, an welchen eine reichliche Ernährung stattfindet.

Die zweite Grundlage für starke Entwicklung des Lymphgefässsystems ist die Gelegenheit zur Aufnahme von aussen. Diese bietet sich allen Wirbelthieren an dem die geeigneten Antheile der Aussenwelt verinnerlichenden Darmkanal. Das nach Ausbildung und für Menge und Qualität des Inhalts besonders reiche System dieses Apparats hat den besonderen Namen des Milchgefässsystems, der Chylusgefässe erhalten.

Bei den nur wechselnd im Wasser lebenden und der Feuchtigkeit bei Aufenthalt auf dem Lande dringend bedürftigen Amphibien hat die Entwicklung des Lymphsystems unter der Haut eine ähnliche Bedeutung, mehr als bei den Fischen. Die Haut arbeitet hier auf das umgebende Wasser mit ähnlicher Energie der Resorption, wie der Darm auf seinen Inhalt. Weite Lymphräume unter ihr und grosse Hautlymphstämme bergen und befördern das Wasser, welches die Lösung der Verbrauchstoffe erleichtert.

Das System der Pfortader scheint selten Lymphgefässe aufzunehmen. Die Erschwerungen, welche in ihm dem Rückflusse des Blutes entgegentreten, werden dem Chylus nicht weiter in den Weg gestellt. Dieses System ist ohnehin theils durch die Langsamkeit seines Stroms, theils durch seine Stelle dem Lymphgefässsystem ähnlicher und in der Arbeitsleistung das Verwandteste. Doch werden für Vögel Verbindungen der Lymphplexus an der Aorta oder Arteria coeliaca mit der Pfortader angegeben.

Im Uebrigen stehen dem Lymphsystem an mehreren Stellen Abflüsse zu dem venösen Apparate offen. Erst bei den Säugethieren werden diese auf vordere beschränkt, auf ein Paar von Verbindungen oder doch nur einige Paare an nahezu gleicher Stelle, rechts und links im Gebiete der oberen Hohlvenen an ihren grössten Aesten. Es verbindet sich das mit der schärferen Gestaltung nach engen Gefässen, welche auch bei den Vögeln überwiegt, und der stärkeren Klappenentwicklung. Der Lymphstrom hat so bei diesen höheren Wirbelthieren eine grössere Sicherheit des Abflusses, selbst ohne eigene Propulsionsorgane, aber er gestattet bei Schwankungen des Blutdrucks keine Ausgleichung durch rückläufigen Strom mehr.

Bei den Fischen kommuniziren die im Spinalkanal und die zwischen der dorsalen und ventralen Seitenmuskulatur verlaufenden Längsstämme ganz hinten jederseits mit der Kaudalvene vermittelst eines Kaudalsinus. Zwei vordere, oft sehr grosse Lymphsinus fassen die vom Kopfe, den Brustflossen und dem Vorderrumpfe kommende Lymphe. Diese treten nahe den Venae vertebrales anteriores in die Ductus transversi und zwei Stämme aus dem Endbehälter des Chylussystems gehen eben dahin. Wahrscheinlich finden sich noch andere Kommunikationen neben den genannten oder statt ihrer, so nach Agassiz solche mit den Jugularvenen. Die Myxinoiden haben ein ähnliches Lymphbecken zwischen Aorta und Wirbeln, wie wir es in der Aortagegend der Amphibien kennen lernen werden.

Da die Kaudalsinus wenigstens zuweilen kontraktil sind, hat man ihnen das auffällige und schon Leeuwenhoek bekannt gewesene Herz am Anfang der Kardinalvenen am Schwanzende des Aals zugeordnet. Dieses sammelt hier Gefässe und giebt dem Blute einen Impuls von hinten nach vorn. Nach Owen enthält es selbst aber rothes Blut. Man sieht sein Schlagen durch die Haut.

Unterbrechungen der Lymphadern durch Lymphdrüsen haben die Fische nicht; doch mag Aehnliches wie durch solche Organe durch die Geflechte, dann durch die Blutgefässknäuel geleistet werden, welche nach Leydig bei Plagiostomen in Lymphgefässe hineinhängen und durch die Lymphbläschen, welche auf dem Herzen der Störe die Gefässkuchen umhüllen. Klappen haben die Lymphgefässe der Fische nur an Hauptstellen. Sie sind sehr dünnwandig und in den Stämmen nicht kontraktil. Die Lymphkörperchen sind sparsam, die Flüssigkeit auch des Chylus ist farblos.

Für die über den Fischen Stehenden wurden hintere Kommunikationen des Lymphsystems mit dem Venensystem, welche in das Gebiet der Vena cava inferior fallen, zuerst bei den Vögeln von Panizza gefunden. Sie gehen hier an die Venae hypogastricae. Meist liegt nur jederseits ein Lymphsack an der Wurzel des Schwanzes, unter dem Musculus spinalis caudae; doch sind diese Säcke zuweilen durch Kontraktilität wahre Lymphherzen, namentlich bei straussartigen Vögeln, Watvögeln und Schwimmvögeln. Bei Straussen sind sie sogar mit Sehnen an den Knochen befestigt.

Derselbe Gelehrte und J. Müller fanden jene hinteren Kommunikationen bald auch für Amphibien und Reptile. Sie gehen hier zu den Venae ischiadicae oder iliacae, bei Pseudopus zu den Abdominales oder Umbilicales und bei Schlangen zur Vena caudalis.

Die herzartigen Einrichtungen an den gedachten hinteren Lymphbecken wurden ausser von den Genannten namentlich von J. Meyer und Ed. Weber genauer untersucht.

In ihrer Wandung lässt sich am deutlichsten bei Riesenschlangen eine mittlere Lage von quergestreiften Muskeln unterscheiden, während Klappen am Eingang und Ausgang, welche die Stromrichtung sichern, bei den Schildkröten am bestimmtesten wahrgenommen wurden. Man sah diese Lymphherzen beim Frosche sechszig Mal in der Minute pulsiren und bei andern Amphibien oder Reptilen ähnlich. Die Pulsationen sind nicht regelmässig, nicht synchronisch mit dem Herzen, nicht einmal mit einander. Bei dem Hornfrosch, Ceratophrys cornuta Linné, fand J. Müller statt eines zwei Paare.

Die hinteren Lymphherzen nehmen nur Blut der hinteren Körpertheile auf. Sie liegen bei den Fröschen subkutan hinter der Schenkelgrube, bei den anderen Batrachiern hinter dem Os ilium, bei Reptilen wie bei Vögeln an der Wurzel des Schwanzes unter Modifikationen, welche abhängen von den Skeletdifferenzen. So finden sie sich bei Schildkröten unter dem Schutze des hinteren Panzerrandes neben den Wirbelkörpern, bei Schlangen, Eidechsen und Krokodilen an oder auf den Querfortsätzen der ersten Schwanzwirbel oder auf den hintersten Rippen. Durch obere Fortsätze solcher oder durch die doppelten Querfortsätze der Schlangen können sie zu einem Boden ein Dach aus Knochen erhalten und sind dann bei Arbeit des muskelkräftigen Schwanzes gut gegen Druck geschützt. Sie liegen also stets auf der Scheidung der dorsalen und ventralen Muskulatur wie die äusseren Längsstämme der Fische.

Die Chylusgefässe der Batrachier laufen, die Mesenterialarterien umstrickend, gegen die Aorta und bilden an dieser ein bei den Fröschen weites, bei den Salamandern gefässartiges Becken. Zwei vordere Stämme aus diesem gehen mit den Aortenbogen, nehmen die vorderen Gefässe auf und ergiessen sich in die Venae subclaviae. Es ist also im Vergleiche mit

den Venen eine Anordnung getroffen, dahin, dass zwar ein hinteres Cavensystem besteht, die Darmgefässe aber ihm nicht angeschlossen sind.

Die Amphibien haben an der Wurzel der vorderen Extremitäten unter den oberflächlichen Muskeln des Oberarmes gleiche Lymphherzen wie an der der hinteren.

Die Verhältnisse sind bei den Reptilen betreffs der Bildung eines grossen Behälters in der Leibeshöhle und dessen Theilung vorn in zwei Stämme ähnlich. Diese Stämme und die von vorn kommenden, welche auch die Lymphbehälter der vorderen Extremitäten aufgenommen haben, senken sich in die Venae anonymae ein.

Der Lymph- und Chylusbehälter umschliesst namentlich bei den Schildkröten ähnlich wie bei den Fröschen die Aorta und die Bogen scheidenartig. Er tritt wenigstens bei diesen auch mit den hinteren Lymphherzen in Verbindung. Bei den Krokodilen wiegt hinwider die Gefässgestalt vor und die erst mehrfachen, dann zu einem Paar zusammengefassten Endgefässe münden in die Venae subclaviae. Die Angabe der Mündung der Endgänge in die Cava inferior bei Lacerta (Milne Edwards) beruht wohl auf einem Irrthum.

Bei den Schlangen ist die Leber von Lymphgefässen vollständig eingehüllt; das Reservoir reicht vom After bis an den vorderen Theil des Magens. Sein vorderes rechtes Horn hat keine direkte Verbindung mit der entsprechenden vorderen Hohlvene, aber es hat Queranastomosen zum linken, welches, mit mehrfachen Wurzeln entstanden, sich gabelnd und wieder vereinend, in Form eines Plexus, welcher auch die vorderen Gefässe aufnimmt, mit mehreren Endstämmen in die linke vordere Hohlvene mündet.

Vordere Lymphherzen haben Amphibien und Reptile nicht.

Bei den Amphibien ist die Lymphe noch sehr arm. Bei den Reptilen, welche sehr unregelmässig fressen, kann ein milchiges Ansehn des Chylus unter günstigen Umständen gefunden werden, so bei Krokodilen, bei welchen man auch Lymphdrüsen wahrgenommen hat.

Bei den Vögeln vermehren sich die Klappen, das Lymphreservoir engt sich zu einem Plexus an der Wurzel der Arteria coeliaca ein, aber es bestehen die beiden vorderen Endgänge oder Hörner, Ductus thoracici, desselben voran. Diese nehmen, nachdem sie sich von einander entfernt haben, die Lymphgefässe der Flügel und die der linken Seite, auch den Halsstamm auf und senken sich dann in die Venae jugulares. Auf der rechten Seite geht der Halsstamm in der Hauptsache direkt in die Jugularvene, nur ein Ast in den Ductus thoracicus dexter. Die Lymphdrüsen nehmen an Zahl zu und finden sich, je nachdem, mehr an der Wurzel des Halses, der Flügel, der Schenkel. Der Kamm der Hühner ist reich an Lymphgefässen.

Bei den Säugern fehlen symmetrische, vordere oder hintere Lymphherzen gänzlich, dagegen haben die Gefässwände ausser der Epithelialaus-

kleidung glatte Muskelfasern und elastische Fasern. Die Klappen sind zahlreich und gewöhnlich paarweise gestellt, so dass sie einen Schlitz zwischen sich lassen und sehr gut wirken. Die Ganglien werden zahlreich und allen Provinzen des Körpers zugeordnet. Es bleibt ein Ueberrest des grossen Lymphreservoirs der Leibeshöhle der Niedrigeren erhalten im Receptaculum chyli, der Pecquet'schen Cisterne, welche die Lumbalstämme und die Chylusgefässe vereinigt. Es kommt vor, dass aus dieser noch zwei Ductus thoracici hervorgehen, oder der einfache sich vorn theilt, wobei aber seltener eine ziemlich symmetrische Verbindung mit dem vorderen Hohlvenensystem hergestellt wird, viel öfter beide Gänge, sei es vorher vereint, sei es getrennt, links münden. In der Regel, und so im gewöhnlichen Verhalten des Menschen besteht für die hinteren Lymphgefässe nur eine vereinfachte Leitung aus der Cisterne mit linker Verbindung.

Ein median zwischen der Aorta und der Vena azygos gelegener Ductus thoracicus, allerdings nicht selten, wie andere Lymphstämme in ein Bündel oder ein Geflecht, einen Plexus, zerfallend, durchzieht die Brusthöhle, nimmt an seinem Ende die vorderen Stämme der linken Seite auf und ergiesst sich in die Vena subclavia sinistra dort, wo sie sich mit der V. jugularis communis dieser Seite verbindet. An der rechten Seite entspricht diesem dann ein nur die vorderen Gefässe vereinigender an der gleichen Stelle in die rechte V. subclavia mündender Truncus lymphaticus communis dexter s. minor, s. trachealis, s. jugularis.

Die Cisterne ist in Grösse verschieden, sie ist bei den Pferden zweitheilig. Sie liegt meist unterhalb des Zwerchfells, bei Fleischfressern kommt sie nahe an, bei Känguruhs bis in den Brustkasten. Sie kann kontraktil sein.

Die Einmündung in die Venen kann auf beiden Seiten mit einer grösseren Anzahl von Verbindungen, namentlich rechts von den einzelnen hier in Betracht kommenden Lymphstämmen, direkt, ohne Bildung eines Truncus communis geschehen. Der Ductus thoracicus kann in die Vena azygos münden. Bei Pferden geht er zuweilen in die V. cava anterior, auch in die Subclavia dextra.

Die Zusammenfassung der Lymphdrüsen der mesenterialen, sehr entwickelten Gruppe, am vollkommensten in einen einzigen Haufen, das Pancreas Aselli, oder doch in wenige, geschieht mehr bei Thieren mit kurzem Darm, doch auch bei Fleischfressern und beim Schaf. Zerstreute Anordnung bei anderen, so bei Affen und Menschen, entspricht in einer Entwicklung an den einzelnen Partien des Darmkanals deren Grösse und physiologischem Werthe.

Die Lymphdrüsen des animalen Gebietes liegen besonders an den Beugestellen der Glieder. In Beziehung auf sie zeigen die der Achselgegend, durch welche die Lymphgefässe der vorderen Gliedmaassen, der äusseren Brustwand und der Schulter hindurchgehen, die der Leistengegend, die der

hinteren Unterkiefergegend oder der Kehle grosse Verschiedenheiten der Entwicklung. Die beiden ersten Gruppen sind abhängig von der Leistung der Extremitäten; so haben Flieger und Graber besonders starke Axillardrüsen; die letzte stimmt mit der Energie der Unterkieferbewegungen und ist bei Nagern bedeutend. Auch werden die wahren Drüsen, je nach ihrer Ausbildung, mehr oder weniger stark mit Lymphgefässen versorgt, so besonders die Milchdrüsen.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Druckfehler.

Zum ersten Theil nachträglich:

Seite 58 Zeile 13 von oben lies „der Thiere und Pflanzen“ statt „der Pflanzen“.
„ 69 „ 11 von unten lies „Meyen“ statt „Meyer“.
„ 334 „ 3 von oben lies „Sericin“ statt „Serolin“.

Zum zweiten Theil:

Seite 7 Zeile 1 von oben ist das Komma am Ende der Zeile zu tilgen.
„ 16 „ 4 von unten lies „bald nur eine äussere Oeffnung, bald fünf u. s. w.
„ 22 „ 18 von unten ist das Wörtchen „aus“ einmal zu tilgen.
„ 28 „ 5 von unten lies „darstellt“ statt „darstelltt“.
„ 31 „ 7 von oben lies „radiärer“ statt „radiäre“.
„ 34 „ 10 von oben lies „finden sich“ statt „findensich“.
„ 35 „ 2 von unten lies „zwischen —“ statt „zwischen“.
„ 48 „ 2 von unten lies „Psolus Oken“ statt „Psolus, Oken“.
„ 95 „ 15 von oben lies „Lankester“ statt „Laukaster“.
„ 95 „ 17 von oben lies „Sig. Leuckart“ statt „Sam. Leuckart“.
„ 122 „ 19 von oben lies „Zecken“ statt „Zeckin“.
„ 124 „ 1 der Anmerkung lies „Centrurini“ statt „Centrarini“.
„ 126 fehlt in der Figurenerklärung die Bemerkung „eine Ameise aussaugend“.
„ 135 Zeile 4 von oben lies „oder, indem“ statt „oder indem“.
„ 180 „ 9 von unten lies „Commensalen“ statt „Commensualen“.
„ 191 „ 12 von unten lies „noch“ statt „nach“.
„ 230 „ 5 von oben lies „scheinen“ statt „erscheinen“.
„ 233 „ 16 von unten lies „besprochenen“ statt „besprochene“.
„ 252 „ 9 von unten lies „den“ statt „dem“.
„ 254 „ 8 von unten lies „an welcher“ statt „an welche“.
„ 267 „ 4 von oben lies „hergeschobene, sehnige, aponeurotische“ statt „hergeschobenen, sehnigen, aponeurotischen“.
„ 291 „ 19 von unten lies „gewölbten“ statt „gewölbten,“.
„ 300 „ 3 der Erklärung zu Fig. 178 lies „libyca“ statt „lybica“.
„ 311 „ 10 von unten lies „dasselbe“ statt „dieselbe“.
„ 361 „ 13 von unten lies „aber“ statt „oder“.
„ 388 „ 1 von unten lies „die jeder“ statt „jeder“.
„ 390 „ 3 von oben lies „ist“ statt „sind“.
„ 408 „ 20 von oben lies „Wendung“ statt „Wandung“.
„ 420 „ 7 von unten lies „sudiren“ statt „fundiren“.

Seite 433 Zeile 14 von unten lies „Sinus cephalicus" statt „Truncus medianus".
„ 437 „ 10 von unten lies „Remack" statt „Remark".
„ 438 „ 2 von unten lies „Herz —" statt „Herz".
„ 441 in der Ueberschrift lies „Wurzeln" statt „Wurzel".
„ 445 Zeile 11 von oben lies „Embryo" statt „Embrye".
„ 461 „ 13 von unten ist das Komma zu tilgen.
„ 481 „ 2 von oben lies „nur" statt „und".
„ 485 „ 4 von oben lies „zwei" statt „zwe".



